

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA

**DETERMINACIÓN DEL UMBRAL ANAERÓBICO EN NADADORES/AS
PRINCIPIANTES Y AVANZADOS DE LA ASOCIACIÓN DE NATACIÓN DE
PICHINCHA EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, CON EL FIN
DE ESTABLECER ZONAS DE ENTRENAMIENTO DURANTE EL
PERIODO DE JULIO A OCTUBRE DEL 2015.**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE MÉDICO CIRUJANO**

Andrés Sebastián Palacios Portilla (PUCE)

Dr. Oscar Concha

Director Académico

Dr. Carlos Erazo Cheza

Director Metodológico

QUITO – ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer en primer lugar a Dios que me ha dado la oportunidad, la capacidad y la salud para seguir luchando por mis sueños y me ha guiado cada instante de mi vida, así como también me ha sabido levantar en las innumerables ocasiones que he caído diciéndome: “Esfuézate y sé valiente”. (Josue 1:6-9 Reina Valera 1960)

A mi familia Ricardo, Lucía, Camila y Wilfrido quienes siempre creyeron en mí, y extendieron su mano incondicionalmente, a ellos gracias por el amor, el esfuerzo, la dedicación y la paciencia que me han brindado.

A mis amigos, que en su amistad y convivencia aprendí a ser más humano y agradecido con la vida.

A mis maestros que en una clara visión de mi futuro invirtieron sus horas con dedicación para hoy ser lo que soy.

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi esfuerzo a Dios, el primero y el que siempre ha estado a mi lado; a él la gracia y el honor por alcanzar una meta más en la vida.

A Ricardo, Lucía, Camila y Wilfrido, mi familia, sépanlo de mis palabras, por ustedes hoy estoy aquí, en camino a ser un Médico, en camino a ser más para servir mejor y con muchos sueños más por delante.

A ustedes amigos quienes ponen risas y alegrías en mis días.

A ti, que de una manera singular la vida se encargó de reunirnos en el tiempo exacto encendiendo fuego en nuestros corazones para iluminar el camino.

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I.....	11
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II	14
FORMACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO.....	14
EL ÁCIDO LÁCTICO EN EL CUERPO	14
UMBRAL ANAERÓBICO.....	15
EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE UMBRAL ANAERÓBICO	16
UMBRAL ANAERÓBICO RELACIONADO CON LA FRECUENCIA CARDIACA ..	18
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL UMBRAL ANAERÓBICO.....	19
MÉTODOS PARA DETERMINAR ÁCIDO LÁCTICO EN SANGRE.....	20
ZONAS DE ENTRENAMIENTO.....	20
CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO SEGÚN KARVONEN	22
ZONAS DE ENTRENAMIENTO EN EL DEPORTE COMPETENCIA	23
EL UMBRAL ANAEROBICO (UA) EN LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO.....	23
ZONAS DE ENTRENAMIENTO SEGÚN PANCORBO (2006)	24
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO SEGÚN PANCORBO	26
CAPÍTULO III.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
JUSTIFICACIÓN	30
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	32
OBJETIVOS.....	32
PRINCIPAL	32
ESPECÍFICOS	32
HIPOTESIS	33
METODOLOGÍA	34
UNIVERSO.....	44
TIPO DE ESTUDIO.....	47
PROCEDIMIENTO DE DIAGNOSTICO E INTERVENCIÓN	51
PLAN DE ANALISIS DE DATOS.....	54

ASPECTOS BIOÉTICOS	55
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS.....	57
ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y ANÁLISIS METODOLÓGICO DE VARIABLES.....	57
CAPÍTULO V.....	68
DISCUSIÓN	68
CONCLUSIONES.....	72
RECOMENDACIONES	73
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	74
ANEXOS.....	78
ANEXO 1. APROBACIÓN POR PARTE DEL SUBCOMITÉ DE BIOÉTICA DE LA PUCE.....	78
ANEXO 2. “PERMISOS DE LOS LUGARES A REALIZARSE LA INVESTIGACIÓN”	81
ANEXO 3. “INFORMACIÓN ACERCA DEL PROYECTO DE ZONAS DE ENTRENAMIENTO Y DETERMINACIÓN DE UMBRAL ANAEROBICO”	83
ANEXO 4. ASENTIMIENTO Y CONSENTIMIENTO INFORMADO	85
ANEXO 5. ENCUESTA PARA NADADORES PARTICIPANTES.....	91
ANEXO 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	94
ANEXO 7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	96
ANEXO 8. EDAD – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN.....	97
ANEXO 9. EDAD – TABLA DE FRECUENCIAS.....	97
ANEXO 10. TIEMPO DE ENTRENAMIENTO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS	97
ANEXO 11. GÉNERO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS.....	98
ANEXO 12. TIPO DE DIETA – MEDIDAS DE FRECUENCIAS	98
ANEXO 13. NÚMERO DE COMIDAS – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN	98
ANEXO 14. NÚMERO DE COMIDAS – MEDIDAS DE FRECUENCIAS.....	99
ANEXO 15. SUPLEMENTOS – MEDIDAS DE FRECUENCIAS	99
ANEXO 16. HORAS DE SUEÑO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS	99
ANEXO 17. OTRAS ACTIVIDADES FÍSICO/DEPORTIVAS Y/O TRABAJO – MEDIDAS DE DISPERSIÓN	99
ANEXO 18. PERFIL EMOCIONAL – MEDIDAS DE FRECUENCIA.....	100
ANEXO 19. EXPECTATIVA EN EL DEPORTE – MEDIDAS DE FRECUENCIAS.....	100
ANEXO 20. FRECUENCIA CARDIACA EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN.....	100

ANEXO 21. FRECUENCIA CARDIACA EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS FRECUENCIAS	101
ANEXO 22. FRECUENCIA CARDIACA EXPRESADA EN PORCENTAJE EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN	102
ANEXO 23. FRECUENCIA CARDIACA EXPRESADA EN PORCENTAJE EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS	102
ANEXO 24. VELOCIDAD EN METRO POR SEGUNDO (M/S) EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN.....	103
ANEXO 25. VELOCIDAD EN METRO POR SEGUNDO (M/S) EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la población de estudio	57
Tabla 2. Medias del umbral anaeróbico – zona 3 de entrenamiento	59
Tabla 3. Relación de edad con el umbral anaeróbico y sus elementos.....	60
Tabla 4. Relación de género con el umbral anaeróbico y sus elementos	61
Tabla 5. Relación del tiempo entrenamiento con el umbral anaeróbico y sus elementos. .	62
Tabla 6. Rendimiento deportivo: Relación de variables de la encuesta con resultados de velocidad en el umbral anaeróbico.....	62
Tabla 7. Análisis Bivariado entre la Frecuencia Cardíaca en el Umbral Anaeróbico o Zona 3 de entrenamiento y Variables Independientes	63
Tabla 8. Análisis Bivariado entre la Frecuencia Cardíaca expresada en porcentaje en el Umbral Anaeróbico o Zona 3 de entrenamiento y Variables Independientes	65
Tabla 9. Análisis Bivariado entre la Velocidad en metro por segundo (m/s) en el Umbral Anaeróbico o Zona 3 de entrenamiento y Variables Independientes	66

RESUMEN

Palabras claves: umbral anaeróbico, ácido láctico, frecuencia cardiaca, velocidad de nado, zona 3 de entrenamiento.

Introducción: El entrenamiento de alto rendimiento es una actividad que requiere de condiciones idóneas tanto físicas como psicológicas en el individuo para llegar a un óptimo estado competitivo. En el caso de la natación, considerado como un deporte de resistencia, la diferencia entre un entrenamiento aeróbico de un anaeróbico mediante la identificación del umbral anaeróbico es fundamental en el trayecto de formación del deportista.

Objetivo: Determinar el umbral anaeróbico en nadadores principiantes y avanzados de la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha mediante un test de esfuerzo con el fin de identificar la zona 3 de entrenamiento establecida por la metodología de “*Pancorbo*”.

Metodología: Se trató de un estudio analítico con un universo de 123 nadadores/as principiantes (menos de 2 años de entrenamiento) y avanzados (más de 2 años de entrenamiento) de la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha quienes en primera instancia resolvieron una encuesta estructurada para recolectar información relacionada a factores que interfieren en el rendimiento deportivo. Además se realizó una prueba específica de natación que consistió en tres lapsos de 100 metros libres a tres diferentes velocidades de nado progresivas; con el fin de obtener datos entre cada lapso como: ácido láctico en milimoles por litro (mmol/L), frecuencia cardiaca en latidos por minuto (lpm) y velocidad de nado en metros por segundo (m/s), indispensables para la determinación del umbral anaeróbico o zona 3 de entrenamiento según la metodología. Los datos de la encuesta como del test de natación fueron tabulados y procesados mediante el programa IBM SPSS VERSION 21 para Windows. El análisis descriptivo univariado y bivariado de los resultados se presentó por medio de tablas de frecuencias y asociaciones.

Resultados: De los 123 nadadores de esta investigación, 43 (35%) deportistas pertenecieron al género femenino mientras 80 (65%) fueron del género masculino. En

cuanto al tiempo de entrenamiento 75 (61%) fueron principiantes y 48 (39%) fueron avanzados. Las edades de los participantes se dividieron en 3 categorías de competencia según normas de la Federación Internacional de Natación (FINA); la categoría 13 -14 años contó con 42 (34%) nadadores y la categoría 15 -17 años contó con 59 (48%) nadadores de la población total, lo cual indica que la mayoría de deportistas fueron adolescentes. Se pudo determinar el umbral anaeróbico individual y personalizado de los participantes en valores absolutos y relativos en parámetros de frecuencia cardiaca (lpm), porcentajes de frecuencia cardiaca (%) y velocidad de nado (m/s), a raíz de la prueba de natación establecida mediante la metodología de *Pancorbo*. Obteniendo como resultados para principiantes una media de frecuencia cardiaca de 123 latidos por minutos, una media de 62% de la frecuencia cardiaca máxima, y una velocidad media de 1,15 metros por segundo. Para nadadores avanzados se obtuvo una media de frecuencia cardiaca de 119 latidos por minutos, una media de 60% de la frecuencia cardiaca máxima, y una velocidad media de 1,30 metros por segundo. Estos tres parámetros medidos en el umbral anaeróbico delimitan un ejercicio aeróbico de un anaeróbico y es el parámetro fundamental para el entrenamiento de resistencia. Además se estableció relaciones entre factores influyentes encontrados en la encuesta con la velocidad de nado (m/s), este último, considerado como un marcador de rendimiento deportivo, encontrando que: en el aspecto nutricional, deportistas que presentan una dieta profesionalmente dirigida, realizan mayor número de comidas al día y consumen suplementos son más veloces en el agua que aquellos que no lo hacen. En el ámbito psicológico, deportistas que realizan natación de manera competitiva y profesional son más rápidos que aquellos que lo realizan por bienestar físico. Adicionalmente, los nadadores que duermen más de 8 horas al día y que realizan de manera exclusiva este deporte de alto rendimiento presentan mejores resultados en cuanto a velocidad de nado. Por último, se encontró una asociación estadísticamente significativa con un valor P ($<0,05$) entre el tiempo de entrenamiento y la frecuencia cardiaca en latidos por minuto; la frecuencia cardíaca en porcentaje presentó de igual manera una asociación significativa ($<0,05$) con el género y el tiempo de entrenamiento; y la velocidad de nado presentó una asociación significativa ($<0,05$) con el tiempo de entrenamiento, tipo de dieta y consumo de suplementos.

ABSTRACT

Key words: Anaerobic thresholds, lactic acid, cardiac frequency, speed of swimming, zone 3 of training.

Introduction: High performance training is an activity that requires both physical and psychological conditions in the individual to reach an optimal competitive State. In the case of swimming, considered as an endurance sport, the difference between an aerobic training from an anaerobic one through the identification of the anaerobic threshold is fundamental in the course of formation of the athlete.

Objective: To determine the anaerobic threshold in beginners and advanced swimmers of the “Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha” through a test of efforts to identify the third training area established by the methodology of “*Pancorbo*”.

Methodology: It was a descriptive study with a universe of 123 swimmers as beginners (less than 2 years of training) and advanced (more than 2 years of training) of the “Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha” that first filled a structured survey to collect information related to factors that interfere with athletic performance. It was also carried out a specific test of swimming that consisted of three periods of 100-meter freestyle at three different progressive swimming speeds; in order to obtain data between each period as: lactic acid in millimoles per litre (mmol/L), heart rate in beats per minute (lpm) and swimming speed in meters per second (m/s), essential for the determination of the anaerobic threshold or zone 3 of training according to the methodology of “*Pancorbo*”. Data from the survey as the swimming test were tabulated and processed through the IBM SPSS VERSION 21 program for Windows. Univariate and bivariate descriptive analysis of the results was presented through tables of frequencies and associations.

Results: from the 123 swimmers of this research, 43 (35%) athletes belonged to the feminine gender while 80 (65%) were from the male gender. In terms of training time 75 (61%) were beginners and 48 (39%) were advanced. The ages of the participants were divided into 3 categories of competition according to the rules of the international

swimming Federation (FINA); Category 13 - 14 years was formed by 42 (34%) swimmers while the category 15 - 17 years had 59 (48%) swimmers of the total of the population, which indicates that the majority of athletes were teenagers. It was able to determine the custom and individual anaerobic threshold of participants in absolute and relative values in parameters of heart rate (lpm), percentages of heart rate frequency (%) and swimming speed (m/s), all these things could be determined from the swimming test established by the methodology of "*Pancorbo*". Obtaining as results for beginners an average heart rate of 123 beats per minutes, an average of 62% of the maximum heart rate, and an average speed of 1.15 meters per second. For advanced swimmers was obtained an average heart rate of 119 beats per minutes, an average of 60% of maximum heart rate, and an average speed of 1.30 meters per second. These three parameters measured in the anaerobic threshold differentiate an aerobic exercise of an anaerobic one and it is the fundamental parameter for resistance training. In addition it was established relationships between influential factors found in the survey with the swimming speed (m/s), this last, considered as a marker of performance sports, finding that: in the nutritional aspect, athletes who have a professionally-directed diet, made greater number of meals per day and consume supplements are faster in water than those who do not. At the psychological level, athletes who made swimming in a competitive and professional level are faster than those who do it for physical well-being. Additionally, the swimmers who sleep more than 8 hours a day and carried out exclusively this high performance sport presented better results in terms of swimming speed. Finally, it was found an association between training time and heart rate in beats per minute; the heart rate in percentage presented a partnership of dependence with the genre and the training time; and the swimming speed showed a significant association with the time of training, type of diet, and the consumption of supplements.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las zonas de entrenamiento son conceptos establecidos para determinar la intensidad del ejercicio físico que se está realizando. Las mismas, proporcionan criterios que clasifican y califican el trabajo del entrenamiento. Según *Pancorbo*²³, referente principal para el actual proyecto, existen 6 zonas de entrenamiento, las cuales cuentan con diferentes parámetros para categorizar el adiestramiento deportivo. Entre estas, la zona 3 de entrenamiento también conocida como Umbral anaeróbico es la que delimita la capacidad aeróbica de la anaeróbica, la cual es fundamental en el manejo del alto rendimiento para optimizar el aporte de oxígeno como fuente energética principal. En deportes de resistencia como la natación el desarrollo de estas dos capacidades es necesario para adquirir mejores condiciones físicas, así como una mejor respuesta del organismo ante el cansancio. Actualmente, distintos entrenadores se dedican a la elaboración de planes de trabajo dirigidos a optimizar los sustratos energéticos disponibles en el organismo con la finalidad de prolongar el rendimiento físico de calidad antes que se produzca fatiga y cansancio¹.

Es importante saber que los conceptos enunciados se originaron a partir del conocimiento del ácido láctico y sus efectos en el cuerpo². Por lo que, se debe comenzar describiendo como este toma un papel en este proceso. A manera de ejemplo, un deportista que está desarrollando una actividad física posee dos fuentes energéticas principales, la primera, es obtenida a partir del oxígeno en un procedimiento mitocondrial a nivel celular y la segunda, se obtiene a partir de la descomposición de la glucosa presente en el músculo esquelético sin la presencia del oxígeno, lo que se conoce como metabolismo anaeróbico³; este último proceso en general, se desarrolla en actividades prolongadas y de gran intensidad que demandan gran cantidad de energía y cuyo producto residual es el ácido láctico. El mismo que puede ser degradado y eliminado del cuerpo al cesar la actividad, sin embargo, si esta persona continúa ejercitándose o aumenta la intensidad de trabajo sin descansar, el ácido láctico comenzará a acumularse lo cual provocará la acidificación de fibras musculares, que tiene dos consecuencias importantes:

- Bloqueo del metabolismo aeróbico el cual provocará la inhibición de las enzimas encargadas de romper la molécula de glucosa lo cual limitará el aporte energético.
- Pérdida de la contracción muscular, ya que tras la acumulación excesiva de ácido láctico en las fibras musculares los canales de calcio se verán bloqueados.

Los procesos descritos dan como resultado lo que se conoce como fatiga, lo cual obliga a parar la actividad que se está realizando, ya que el cuerpo en este punto carece de la energía necesaria para continuar⁴.

En las reseñas historias de la medicina del deporte autores como Farell⁷, Mader⁹ y Conconi¹³ desde la década de los 70 enfocaron su atención en el ácido láctico y sus efectos en el cuerpo, contribuyendo al desarrollo del concepto de Umbral anaeróbico, el mismo que se define como “la intensidad de ejercicio o de trabajo físico por encima del cuál comienza a aumentar de forma progresiva y exponencial la concentración de ácido láctico en sangre, al mismo tiempo que la ventilación se incrementa de una manera desproporcionada con respecto al consumo de oxígeno”. Hay que mencionar que estos autores y otros expertos⁸⁻¹² en el tema, expresan que el umbral anaeróbico es el límite superior de las fuentes energéticas de oxígeno y que este se ubica en un valor fijo de 4mmol/L de lactato.

A partir de esto se han realizado valiosas investigación que han ido añadiendo información para complementar este concepto y crear métodos y técnicas que eviten la acumulación temprana de lactato en el cuerpo.

Una de las últimas actualizaciones efectuadas por *Panconbo*²³ en el 2006, recoge las llamadas zonas de entrenamiento, de entre las cuales, en la número 3 se plantea que al trabajar en esta área se espera mejorar la resistencia del nadador prolongando su desenvolvimiento óptimo antes que se presenten signos de fatiga. Los parámetros que este autor usa para sus zonas de entrenamiento son: frecuencia cardíaca en latidos por minuto, porcentaje de frecuencia cardíaca, lactato en milimoles por litro, volumen máximo de oxígeno en litros y percepción del esfuerzo físico por calificación personal del deportista. Con estas variables indica que se puede determinar cualquiera de las 6 zonas de entrenamiento según los criterios establecidos por *Pancorbo*²³.

Las últimas actualizaciones en cuanto al entrenamiento hechas por la Federación Internacional de Natación (FINA) en Qatar 2014 resaltan los buenos resultados obtenidos por selecciones como: Estados Unidos, Brasil y Rusia quienes gracias a la implementación de técnicas médico-deportivas se ubicaron entre las primeras posiciones del ranking mundial. El principal aspecto que sobresalió del análisis de estas selecciones fue el uso del umbral anaeróbico como marcador guía para la implementación de planes de trabajo adecuados para nadadores. Por último, gracias a la bibliografía actual y los comentarios emitidos por las instituciones que impulsan la natación se tiene plena certeza que las zonas de entrenamiento son un método útil para el desarrollo del alto rendimiento, y que sin lugar a duda crearían un cambio notorio en la natación del país.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

FORMACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO

La vía de Embden-Meyerhoff, también conocida como Glucólisis es una ruta metabólica cuya función es la degradación de glucosa y otros monosacáridos para la obtención de energía química. Esta vía implica diez reacciones enzimáticas que pueden dividirse en dos fases, la primera de ellas, durante la cual la glucosa se fosforila dos veces y se fracciona para formar dos moléculas de gliceraldehído 3-fosfato, el mismo que durante la segunda fase se convierte en piruvato. La ganancia neta obtenida en la Glucólisis son dos moléculas de ATP y dos de NADH. El destino que toma el piruvato, otro producto resultante de esta vía, depende de la disponibilidad de oxígeno; es así que, en condiciones aeróbicas, es convertido en Acetil CoA, sustrato para el ciclo del ácido cítrico, proceso metabólico durante el cual el piruvato es oxidado completamente para formar CO₂ y H₂O. No obstante, en condiciones anaeróbicas, se impide la oxidación del piruvato, de modo que es reducido a moléculas de lactato mientras que NAD se regenera para continuar con el proceso glucolítico¹.

El ciclo de Cori, integra la glucólisis y gluconeogénesis, gracias al cual el lactato formado es llevado por el torrente sanguíneo hasta el hígado, donde es convertido en glucosa, la misma que retorna al músculo².

EL ÁCIDO LÁCTICO EN EL CUERPO

Cuando existe un incremento en la actividad física, se produce gran cantidad de ácido pirúvico, cuyo exceso se convertirá en ácido láctico. Adicionalmente el ejercicio intenso, requiere fibras musculares especializadas, que en condiciones de reposo y en actividad física ligera normalmente no se utilizan, este tipo de fibras de contracción rápida, no logran una descomposición efectiva del ácido pirúvico por lo que gran cantidad de ácido láctico se produce a partir de estas. Es así que el ácido láctico se constituye un marcador energético importante para el sistema anaerobio³.

El ácido láctico se constituye un subproducto de la producción de energía anaeróbica y un importante combustible para la producción energética aeróbica. El agotamiento muscular que los deportistas describen, se debe fundamentalmente a los iones hidrógeno también producidos como resultado de la disociación del ácido láctico, que provocan un aumento de la acidez y es el mayor causante de la fatiga y de los dolores musculares.

En cuanto a la producción de lactato durante la realización de un ejercicio físico, se puede decir que varía en función de la persona y de la intensidad del ejercicio. En general, cualquier esfuerzo realizado por encima de un consumo de oxígeno específico es diferente para cada organismo y provoca el aumento del ácido láctico presente en las arterias⁴.

En condiciones normales, los niveles séricos alcanzan los 2 mEq/L o menos, pero el ejercicio puede elevarlo hasta por encima 4 mEq/L. Cuando se producen incrementos considerables de las cifras de lactato sérico con disminución del metabolismo de conversión de lactato a piruvato se instala un cuadro de acidosis metabólica a menudo grave que puede llevar al paciente a la muerte. Sin embargo, cabe recalcar que el organismo de un deportista de competencia es altamente calificado para resistir estos niveles de lactato⁵.

UMBRAL ANAERÓBICO

El umbral anaeróbico propuesto por Wasserman⁶ a principios de la década de 1960 expresa la pérdida de la relación lineal entre la ventilación pulmonar y la carga de trabajo y/o consumo de oxígeno, lo que coincide con la acumulación de ácido láctico en sangre y la aparición de una acidosis metabólica. En consecuencia, “el umbral anaeróbico se constituye como la intensidad de actividad física sobre la cual se incrementa de forma progresiva la concentración de ácido láctico, al tiempo que la ventilación se incrementa de forma desproporcionada con respecto al consumo de oxígeno ”⁷, (Figura 1.)

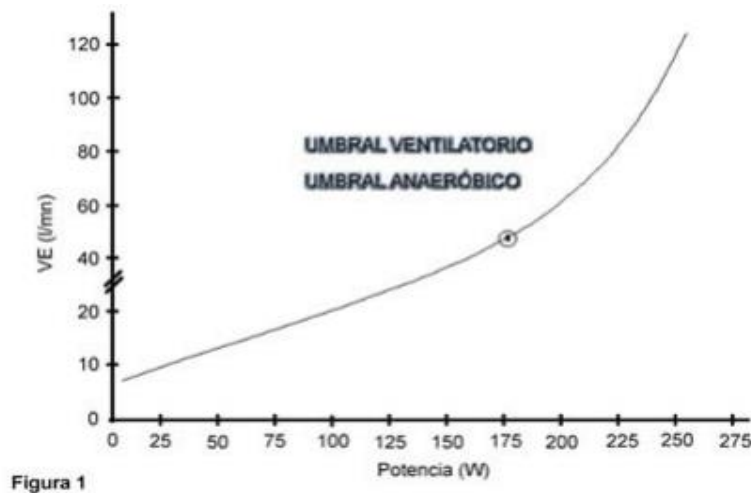


Figura 1. Determinación del umbral anaeróbico mediante la relación VE (ventilación)/W según el concepto clásico de Wasserman.

Fuente: Aspectos Fundamentales del Umbral Anaeróbico (2007). Academia Biomédica digital. Facultad de Medicina – Universidad Central de Venezuela.

La aptitud física de los deportistas es evaluada con la determinación del umbral anaeróbico, como marcador para mejorar el rendimiento, por ello se cataloga como uno de los indicadores objetivos más confiable en relación a la capacidad de ejercitación y de rendimiento en actividades prolongadas^{7, 8}.

EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE UMBRAL ANAERÓBICO

Se constituye un aspecto importante la determinación de los puntos máximos a nivel de los cuales un deportista puede mantenerse activo sin que exista variabilidad en las funciones orgánicas con el fin de establecer márgenes de intensidad que el deportista pueda tolerar manteniendo una condición estable y así lograr un entrenamiento óptimo.

Mader et al.⁹ y Heck et al.¹⁰ manifestaron que la intensidad de trabajo en la que se alcanza una concentración de lactato de 4mmol/l, determinado en sangre capilar, se considera el límite aeróbico-anaeróbico, también conocido como punto de deflexión.(Figuras 2 y 3).

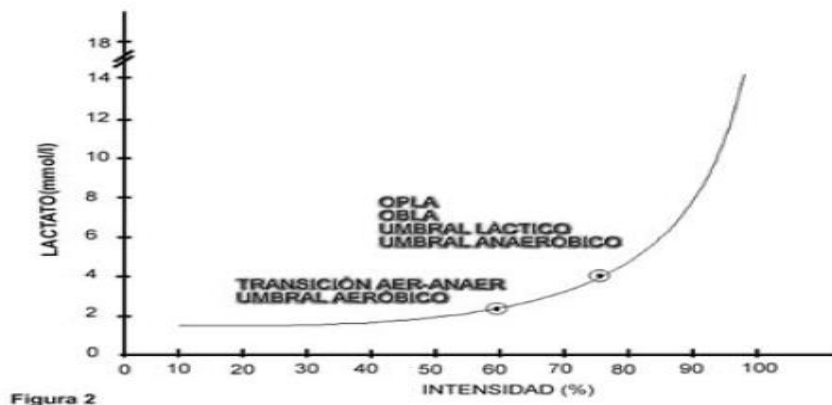


Figura 2. Umbral aeróbico al nivel de 2mmol/l de lactato y umbral anaeróbico o umbral láctico a 4mmol/l

Fuente: Aspectos Fundamentales del Umbral Anaeróbico (2007). Academia Biomédica digital. Facultad de Medicina – Universidad Central de Venezuela.

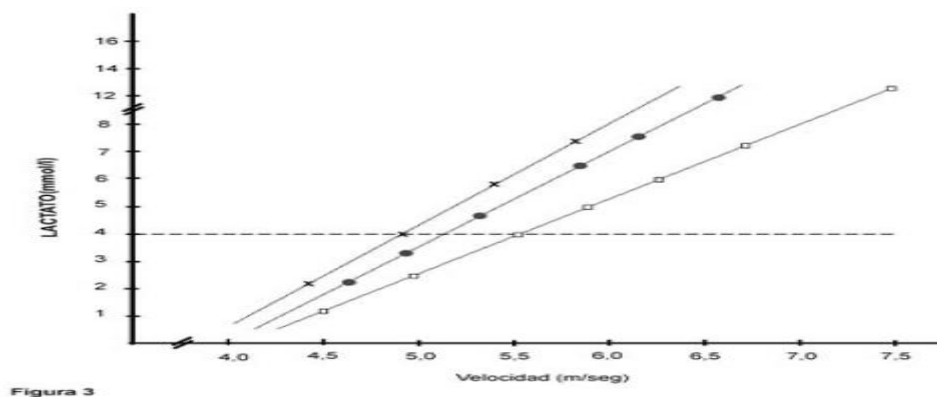


Figura 3. Determinación del umbral láctico en pruebas de campo seriadas tomando muestras de sangre capilar, según el método propuesto por Mader et al⁹

Fuente: Aspectos Fundamentales del Umbral Anaeróbico (2007). Academia Biomédica digital. Facultad de Medicina – Universidad Central de Venezuela.

Dichos niveles de lactato se mantienen estables en el tiempo, conforme se mantiene la intensidad de trabajo en la que se logró dicha concentración; la misma que tiene un carácter individual. De tal modo que cuanto menor la cantidad de lactato producido y mayor el nivel de intensidad alcanzado, mayor la capacidad aeróbica¹⁰⁻¹².

UMBRAL ANAERÓBICO RELACIONADO CON LA FRECUENCIA CARDIACA

En la década de 1980, el profesor *Francesco Conconi*¹³ desarrolló un método sencillo conocido como “test de Conconi¹³”, uno de los más utilizados junto con el test de Cooper para la medición de la forma física, en especial de los deportes cíclicos tales como atletismo, natación o ciclismo, cuyos resultados aportan el dato de la frecuencia cardiaca de trabajo en la zona de umbral anaeróbico.

El punto de deflexión, en sujetos entrenados, se asocia con el umbral anaeróbico y corresponde alrededor del 90% de la capacidad máxima de rendimiento, (figura 2) no obstante, estudios posteriores^{14,15}, sugirieron que dicha deflexión no era constante en todos los sujetos, e incluso, en un mismo sujeto podía variar.

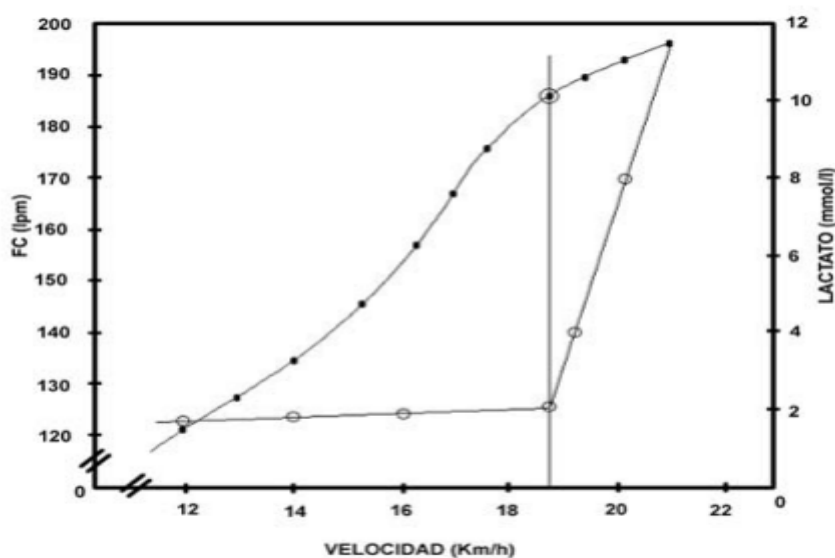


FIGURA 4. Punto de deflexión de la FC en un sujeto bien entrenado al 88% del rendimiento máximo. Coincide con un nivel de lactato de 4 mmol/l.

Fuente: Aspectos Fundamentales del Umbral Anaeróbico (2007). Academia Biomédica digital. Facultad de Medicina – Universidad Central de Venezuela.

Posteriormente, Conconi et al^{13,16} modificó la metodología del test, incorporando análisis matemáticos que conferían mayor confiabilidad y validez a la prueba, los mismos que fueron confirmados por otros autores^{17,18}.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL UMBRAL ANAERÓBICO

Existen varios factores que inciden en la aparición más temprana o más tardía del umbral anaeróbico, entre ellos podemos mencionar¹⁹:

1. Masa muscular activa: El contenido de lactato en la sangre se modifica poco cuando existe solo participación de masas musculares pequeñas, incluso siendo el metabolismo anaeróbico el dominante, razón por la que la masa muscular implicada en el ejercicio también influye en la determinación del umbral¹⁹.
2. Composición miotipológica: Una mayor cantidad de fibras ST determina una mayor capacidad metabólica aeróbica y en consecuencia un mayor umbral de anaerobiosis, en contraste con un predominio de fibras FT que determina un menor umbral anaeróbico¹⁹.
3. Estado de entrenamiento del sujeto¹⁹.
4. Familiaridad del sujeto con el tipo de actividad seleccionada o entrenamiento: Un individuo con buen entrenamiento, tiene una capacidad aerobia superior, que permite una mejor eficiencia energética y resistencia a la fatiga, con lo que disminuye la necesidad de recurrir al metabolismo anaerobio, por lo que incluso cinco horas después de haber iniciado actividad física su umbral anaeróbico se sitúa por encima del 50%¹⁹.
5. Estatus metabólico (concentración de glucógeno, reserva alcalina, otros): Capacidad de captura y reutilización del lactato sanguíneo y capacidad de tamponamiento del exceso de H por los sistemas amortiguadores sanguíneos¹⁹.
6. Factores ambientales (temperatura, humedad relativa, viento)¹⁹.
7. Ausencia o presencia de trastornos cardiorrespiratorios (asma bronquial, EPOC, cardiopatía isquémica)¹⁹.

MÉTODOS PARA DETERMINAR ÁCIDO LÁCTICO EN SANGRE

Existen algunos métodos para la determinación del ácido láctico en sangre. Ciertos autores sostienen las muestras de sangre arterial (femoral) y venosa (femoral o braquial) tras 10 minutos de actividad física extenuante son la fuente más confiable para obtener datos de niveles de lactato en sangre. No obstante, otros autores, demostraron que la concentración de lactato obtenido de muestras venosas femorales es dos veces mayor de las obtenidas de las cefálicas o antecubitales durante el ejercicio intenso o durante la primera hora de recuperación.

Otros autores sostienen que la técnica de punción capilar para ácido láctico, es hoy en día la más recomendada por su facilidad para la obtención de muestras, por su bajo riesgo de lesiones y su alta sensibilidad de aproximadamente 99,5%²⁰.

Adicionalmente, la tecnología actual nos ofrece dispositivos útiles para garantizar valores reales al momento de analizar una muestra. En el caso de ácido láctico “Lactate scout” es el dispositivo de última generación para este fin patentado por la marca ROCHE la cual se usó para este proyecto.

ZONAS DE ENTRENAMIENTO

Es un aspecto sumamente importante para la planificación y control del entrenamiento en el deporte de alto rendimiento, que debe ser siempre visualizado bajo el principio de individualización del entrenamiento²³.

Para el desarrollo de las mismas es necesario saber integrar adecuadamente diferentes variables a la hora de planificar las zonas o áreas funcionales de intensidad del entrenamiento. Entre estas destacan las siguientes:

- Trabajo realizado en una sesión de entrenamiento, expresado por el porcentaje de intensidad del mejor tiempo (m/s, km/min) realizado por el atleta en la sesión y/o en la complejidad de las cargas.
- Obtención indirecta del consumo de oxígeno relativo mediante test de campo.
- Frecuencia Cardíaca: latidos por minuto, %Frecuencia Cardíaca máxima.

- Repercusión biológica frente a la carga de entrenamiento a través de la producción de lactato, urea y proteinuria.
- Gasto energético: calorías.
- Control endocrino-metabólico.

Ciertamente, para lograr una valoración acertada, es importante integrar la mayor información posible, por ejemplo, es imprescindible lograr evaluar distintas variables como: la intensidad del trabajo realizado ante una carga, la calidad técnica del ejercicio realizado, la respuesta biológica a la carga a través de la frecuencia cardíaca y su porcentaje durante el entrenamiento, la producción de lactato y la percepción del esfuerzo, entre otras. Con el fin de generar resultados reales y adecuados para nuestros deportistas²¹.

Sin duda, una variable muy importante y fácil de controlar en el trabajo diario del atleta es el porcentaje de la frecuencia cardíaca, lo que se ha facilitado mucho con el uso de los pulsímetros del tipo polar a través de las siguientes fórmulas entre las que destacan:

- **Robson** en 1938, que estableció la fórmula $FCM = 212 - (0,775 * \text{edad})$.
- La fórmula de **Robergs y Landwehr** de $FCM = 220 - \text{edad}$.
- En 2001, **Tanaka** propuso una nueva fórmula para calcular la FCM en: $FCM = 208,75 - (0,73 * \text{edad})$.
- $208 - 0.7 \times \text{Edad}$ (Tanaka, H. American Journal of Cardiology, 2001)

La fórmula de Tanaka fue avalada por H. American Journal of Cardiology y se la usará esta para el posterior cálculo de la frecuencia cardíaca máxima (FCM), debido a que en un estudio²¹ publicado en este portal, se hace una comparación entre 47 ecuaciones para predecir la FCM en una muestra de 86 hombres y 37 mujeres, comprendidos entre las edades de 16 a 27 años, donde se encontró que la fórmula de Tanaka del 2001 es estadísticamente la más representativa y la que más se asemeja a las tomas reales de porcentajes de frecuencia cardíaca medidas mediante un Pulsómetro. Además la ventaja

de esta fórmula es que no ofrece diferencias significativas con respecto al género como lo hacían anteriores ecuaciones.

CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO SEGÚN KARVONEN

Karvonen definió 4 zonas funcionales de intensidad del entrenamiento para el deporte de rendimiento.

Zonas de entrenamiento de Karvonen		
Zonas de entrenamiento	% VO2 máximo	% FC máxima
Recuperación aeróbica	< 60	< 64
Desarrollo aeróbico	60 – 80	64 – 85
Potencia aeróbica	80 – 90	85 – 94
Potencia anaeróbica	> 90	> 94

Hay que notar que el umbral anaeróbico (UA) no se tiene en cuenta en esta clasificación. El parámetro del UA ya desde la década de los 60 tomó gran importancia y juega un papel determinante en la planificación y control del entrenamiento.

Actualmente algunos entrenadores de deportistas de nivel, continúan aplicando la clasificación de Karvonen, sin tener en cuenta la situación del UA, ni la correcta diferenciación de las zonas de entrenamiento. Esto, lamentablemente, puede ser un serio problema en lo que respecta a deportes de resistencia y se piensa que, por otro lado, el mal uso de del entrenamiento individualizada es responsable del estancamiento de deportistas en diferentes disciplinas²².

Claramente al ser este un método incompleto su uso no estaría justificado en la presente investigación y sería innecesario su aplicación por el hecho de que el método utilizado por Karvonen alberga parámetros como porcentaje máximo de Oxígeno, el cual no representa el proceder metodológico establecido por este proyecto para determinar las zonas de entrenamiento.

ZONAS DE ENTRENAMIENTO EN EL DEPORTE COMPETENCIA

Después de Karvonen, autores de prestigio desde la década de los 70, como Volkov (1986), Mader (1986), Shephard (1994), Astrand (1976), Costill (1998) y Hollman (1986), han coincidido que en el deporte de rendimiento existen seis zonas funcionales de entrenamiento las cuales son:

ZONA 1: Resistencia regenerativa o recuperación.

ZONA 2: Umbral aeróbico o endurance o aeróbico leve.

ZONA 3: Umbral anaeróbico (UA), aeróbico moderado, capacidad aeróbica o aeróbico mixto.

ZONA 4: Potencia aeróbica, aeróbico intenso, VO₂ máximo o aeróbico-anaeróbico.

ZONA 5: Potencia anaeróbica (láctica y aláctica).

ZONA 6: Competitiva o máxima.

Estos conceptos, hoy en día, son completamente aceptados para el desarrollo de las capacidades funcionales motoras en las diferentes modalidades deportivas²³.

Las zonas de entrenamiento que fueron enunciadas son parámetros deportivos ya establecidas con sus propios criterios cada una. Esto quiere decir, que las mismas no deben ser identificadas según las características que los deportistas expresan en su práctica habitual, sino que, en el caso de la natación el nadador debe cumplir con normas específicas de entrenamiento para ubicarse en cualquiera de las 6 zonas.

Es importante, recalcar el hecho que el objetivo de este proyecto es la identificación del umbral anaeróbico que se según la clasificación establecida es la zona 3 de entrenamiento la cual delimita la capacidad aeróbica de la anaeróbica²³.

EL UMBRAL ANAEROBICO (UA) EN LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO

La mejora del UA se alcanza con un entrenamiento individualizado, que provoca efectos favorables, logrando con una intensidad mayor de trabajo una menor producción de lactato y una mejor capacidad de eliminación del mismo, sin que produzca fatiga.

El UA nos permite rendir a ritmo de esfuerzos más elevados y a un ritmo absoluto de volumen de oxígeno máximo (VO₂ máx.) más alto, sin una elevación del lactato tan marcado a expensas de la mejora de la eficacia del UA.

“El UA es el punto de intensidad donde comienza acumularse el lactato siendo el nivel aproximado entre 3-4 mmol/L. Este umbral define dos zonas, una inferior, el umbral aeróbico, y otra superior, la potencia aeróbica. Este es un indicador importante de eficiencia en el deporte de alto rendimiento, incluso superior al VO₂ máx. Trabajar en el UA a una intensidad elevada del VO₂ máx. garantiza en el deporte un rendimiento mayor sin la acumulación de lactato, con demora en aparición de la fatiga.”²³

Lo ideal en el deporte competitivo es que el umbral anaeróbico se alcance a un porcentaje más alto del VO₂ máx. a partir de un entrenamiento bien planificado y personalizado.

El incremento del umbral anaeróbico se debe a varios factores: una mayor capacidad de eliminación del lactato producido en los músculos y a un incremento de las enzimas de los músculos esqueléticos, junto con un cambio en el sustrato metabólico como consecuencia del entrenamiento. El resultado principal es una menor producción de lactato para la misma intensidad del esfuerzo, sin que se produzca fatiga²³.

ZONAS DE ENTRENAMIENTO SEGÚN PANCORBO (2006)

Para el presente estudio, la base para determinar las zonas de entrenamiento es el establecido por Pancorbo en su libro “Medicina Y Ciencias Del Deporte Y La Actividad Física” publicado en el 2006, debido que cuenta con una inclusión completa y adecuada de criterios establecidos por diferentes autores desde la década de los 70 algunos de los cuales entre los más relevantes ya se los menciona en este proyecto en la parte de “ZONAS DE ENTRENAMIENTO EN EL DEPORTE COMPETENCIA”.

*Pancorbo*²³ en su Capítulo 13: “Valoración funcional del deportista y la salud. Control médico-biológico del entrenamiento. Individualización del entrenamiento”, utiliza para expresar sus resultados de las zonas de entrenamiento variables como: mediciones de ácido láctico, frecuencia cardiaca, porcentaje de frecuencia cardiaca a raíz de la

frecuencia cardiaca máxima, volumen de oxígeno máximo y percepción del esfuerzo físico.

En lo que respecta al volumen máximo de oxígeno, *Pancorbo* señala que este es un parámetro importante pero no definitorio de lo que son las zonas de entrenamiento²⁴. Ciertamente la frecuencia cardiaca expresada en latidos por minuto, el porcentaje de frecuencia cardiaca obtenido a partir de la frecuencia cardiaca máxima y las tomas individuales de lactato, abarcan del 85 al 90% del total del método propuesto convirtiéndolos en los factores directos para llegar al resultado esperado. Por lo cual, el volumen máximo de oxígeno formaría parte de un método indirecto para llegar al umbral anaeróbico.

En esta investigación las variables de: tomas de lactato en sangre, frecuencia cardiaca, y porcentajes de frecuencia cardiaca, fueron utilizadas de acuerdo a las normas establecidas para determinar las zonas de entrenamiento. Con respecto al volumen de oxígeno máximo, aunque la investigación del autor de base incluyan este criterio, es claro y también se menciona en su libro, que solo es una correferencia de los resultados bases de lactato y frecuencia cardiaca. Por otra parte, la adquisición de la tecnología necesaria para obtener resultados de esta variable es verdaderamente costosa y actualmente solo ciertos hospitales y establecimiento de la salud en Quito cuentan con estos recursos. Sin mencionar que se necesitaría de un equipo adicional de profesionales de la salud enfocados en el análisis de factores del aparato respiratorio para obtener los resultados deseados.

Con respecto a la percepción del esfuerzo es una variable que si se tomó en cuenta al momento de recolectar los datos de este trabajo ya que, en la prueba de natación propuesta se expresa que: el primer 100 metros libre es a un ritmo cómodo y relativamente suave, el segundo 100 metros libre es una intensidad moderada con respecto al esfuerzo y el tercer 100 metros libre es a la máxima capacidad que el individuo pueda realizar. Por lo que se podría concluir que los participantes fueron informados acerca de las intensidades de trabajo de las 3 diferentes pruebas de natación de esta investigación, haciendo relevante el criterio de percepción del esfuerzo citado por *Pancorbo*²³.

Por último la velocidad de nado es un parámetro que Pancorbo no lo muestra en sus resultados de zonas de entrenamiento, sin embargo, autores como Mader, a quien cito en mi revisión bibliográfica en la parte de “EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE UMBRAL ANAERÓBICO”, ya estableció un modelo de relacionar las tomas de lactato con la velocidad en metros por segundo para determinar el umbral anaeróbico. Razón por la cual la velocidad de nado es variable y criterio adicional que se tomó en cuenta para el objetivo de esta investigación²³.

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ENTRENAMIENTO SEGÚN PANCORBO

ZONA 1. Resistencia regenerativa.

- **Energía:** Se obtiene fundamentalmente de lípidos.
- **Fisiología:** Recuperación activa o regenerativa.
- **Tipo de entrenamiento:** Método continuo de 30 - 60' o como parte final de un entrenamiento 10 – 15'.
- **Disciplinas de resistencia:** 7 -15% volumen total del macrociclo. Hay que tener cuidado con el exceso de utilización en las disciplinas de velocidad y fuerza.
- FC 115 – 140 lpm ($< o = 70\%$ FC Máx) y lactato < 2 mmol/L
- **Percepción del esfuerzo:** muy leve.

Se utiliza para la recuperación activa del deportista después de un entrenamiento intenso o posterior a una competencia. Es útil para un atleta que necesita disminuir de peso corporal, trabajando en esta zona de forma adicional, de 3- 4 veces por semana entre 30 - 45 minutos.

ZONA 2. Umbral aeróbico.

- **Energía:** Predominio de hidratos de carbono (HC) de forma aeróbica, también lípidos cuando se entrena a baja intensidad (70 -75% FC Máx).
- **Fisiología:** Su objetivo es crear la base de la capacidad aeróbica.
- **Tipo de entrenamiento:** Método continuo de 20 - 90'/sesión. Predomina el continuo extensivo.

- **Disciplina de resistencia:** Comprende entre el 50 -70% del volumen total del entrenamiento de la temporada.
- **Lactato:** 2-3 mmol/L.
- **Percepción de esfuerzo:** leve.

ZONA 3. Umbral anaeróbica (UA).

- **Energía:** Predominio de HC aeróbico.
- **Fisiología:** Su objetivo es desarrollar la capacidad aeróbica. Economiza y potencia el VO2 máx/kg. Esto es muy importante para las disciplinas de resistencia.
- **Tipo de entrenamiento:**
 - a) Método continuo 20-30' hasta 90'.
 - b) Método fraccionado-intervalo modificado: duración de las repeticiones entre 4-20'. Recuperación entre cada repetición $< o = 90'' - 2'$ o $FC < o = 100$ lpm.
- **Disciplina de resistencia:** En el entrenamiento ocupa entre 15-20% del volumen total de la temporada.
- **Lactato:** 3-4 mmol/L
- **Percepción del esfuerzo:** moderada.

El umbral anaeróbico se puede entrenar cada 24-48 horas.

ZONA 4. Potencia aeróbica.

- **Energía:** Predominio de HC en las dos vías aeróbica y anaeróbica.
- **Fisiología:** Mediante la elevación de la potencia aeróbica con el incremento del VO2 Máx. Es importante en el rendimiento deportivo.
- **Tipo de entrenamiento:** Método fraccionado-intervalo extensivo largo modificado. Duración de cada repetición de 3-6 minutos.
- **Disciplina de resistencia:** Constituye entre el 6-9% del volumen total del entrenamiento en la temporada
- **Lactato:** >5 (7-9mmol/L)
- **Percepción de esfuerzo:** Duro.

La potencia aeróbica se puede entrenar cada 48 horas.

ZONA 5. Potencia anaeróbica.

Esta zona se divide en 3:

1. Capacidad o resistencia anaeróbica láctica

- **Energía:** HC anaeróbico
- **Fisiología:** Capacidad y resistencia láctica
- **Tipo de entrenamiento:** Fraccionado-interválico con duración entre 45''-2'30'' y a una intensidad de 95-97%.
- **Disciplina de resistencia:** Constituye entre 1-2% del volumen total del entrenamiento de la temporada.
- **Lactato:** 9-12 mmol/L. FC > 0 = 190 lpm.
- **Percepción de esfuerzo:** muy duro.

Se debe entrenar cada 72 horas

2. Potencia o tolerancia anaeróbica láctica

- **Energía:** Predominio de HC anaeróbico.
- **Fisiología:** Potencia y tolerancia láctica.
- **Tipo de entrenamiento:** Fraccionado-repetición con duración entre 30''-2', a una intensidad de 97-99%.
- **Disciplina de resistencia:** 0,5%-1% del volumen total del entrenamiento en la temporada
- **Lactato:** >12mmol/L
- **Percepción de esfuerzo:** muy duro.

Se debe entrenar cada 72 horas.

3. Potencia anaeróbica aláctica.

- **Energía:** Predominio de creatín-fosfato (CP)
- **Fisiología:** Potencia aláctica. Producción y recuperación de CP.

- **Tipo de entrenamiento:** Fraccionado-repetición con duración entre 8 ''-12'' a una intensidad de 99-100%. Recuperación entre cada repetición de 2' o FC \leq 100lpm, para garantizar la recuperación del CP.

- **Disciplina de resistencia:** 1-2% del volumen total del entrenamiento de la temporada.

- **Lactato:** \leq 3 mmol/L. FC \leq 160 lpm.

Esta refleja la capacidad de la velocidad

ZONA 6. Competitiva o máxima.

Es la que se considera para realizar la mejor ejecución de una disciplina, según la duración, intensidad y estrategia competitiva, la cual necesita de un aporte energético importante.

FC \geq 190 lpm (puede ser menor)

Lactato: \geq 8mmol/L(12-20 o más)

Percepción del esfuerzo: extremadamente duro.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

JUSTIFICACIÓN

El proyecto de investigación actual, cuyo objetivo es la identificación del umbral anaeróbico (zona 3 de entrenamiento) en nadadores/as principiantes y avanzados de la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha, es el primero en su clase realizado en el País de Ecuador en cuanto al deporte de la natación.

En la línea de investigación deportiva, las zonas de entrenamiento son una tendencia casi mundial para el desarrollo competitivo. Como la teoría indica, el umbral anaeróbico es utilizado en varias disciplinas como un parámetro que nos permite saber hasta qué punto el deportista es capaz de rendir óptimamente sin cansarse. Con lo cual se generó el concepto de resistencia aeróbica que persigue el objetivo de mejorar la capacidad del uso de oxígeno por parte del organismo antes de que se comience a utilizar las reservas energéticas presentes en el músculo esquelético por medio del metabolismo anaeróbico.

La determinación del umbral anaeróbico es clave en el entrenamiento competitivo ya que marca la diferencia entre la capacidad aeróbica y anaeróbica de un individuo. Este dato es el pilar fundamental para desarrollar las demás zonas de entrenamiento, ya que por medio de este principio podemos enfocarnos en la determinación y delimitación de las mismas. Es por esto que el actual proyecto se enfoca exclusivamente en este parámetro de estudio con el fin de generar técnicas y entrenamientos adecuados para deportistas competitivos que buscan mejorar sus capacidades.

En un afán por contribuir a este deporte en Ecuador, mi interés por este proyecto con el objetivo de alinearnos a estándares internacionales deportivos para el crecimiento de esta disciplina.

Actualmente existen varios nadadores en nuestro país que desarrollan esta actividad de manera competitiva y cuyos objetivos son llegar a grandes torneos internacionales, sin embargo, en la mayoría de entidades deportivas las actualizaciones internacionales con

respecto al entrenamiento y competencia aún no se encuentran en uso. Me parece importante contribuir a este objetivo proporcionando un método que ayude a equiparar nuestros regímenes deportivos con los de otros países y, de la misma manera, hacer énfasis de que la medicina es una pieza fundamental para el deporte.

Ecuador actualmente se encuentra en vías de crecimiento con respecto al ámbito competitivo internacional de la natación, sin mencionar que la intervención médica en el país es una idea aún más joven en cuanto al desarrollo deportivo. En el proceso de esta investigación, pude constatar que los países altamente competitivos del mundo cuentan con avances médico - científicos para sus distintas disciplinas deportivas incluyendo natación. Menciono:

- En el portal de Scielo, Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, se expresa en diversos estudios la necesidad de la creación de zonas de entrenamiento individualizadas y personalizadas para disciplinas como atletismo, levantamiento de pesas y natación.
<http://www.scielo.org/php/index.php?lang=es>
- En el portal de Apunts. Educación Física y Deportes. Revista científica multidisciplinar del Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (España), se han publicado desde el 2005, estudios para validar test deportivos para determinar resistencia aeróbica y anaeróbica.
<http://www.revista-apunts.com/es/>
- En el portal de Fitness & Performance Journal. Una entidad que se destina a la divulgación de la producción científica y académica en las áreas de la Salud, de la Actividad Física y del Deporte en Brasil. Se evaluó la intensidad de entrenamiento necesaria para que un deportista muestre una mejora progresiva en un periodo de 3 meses, con lo cual a partir de datos de lactato y frecuencia cardiaca se crearon rutinas de entrenamiento personalizadas acorde a la resistencia y velocidad de cada individuo.
<http://www.redalyc.org/revista.oa?id=751>

Por lo expresado en esta justificación recalco mi interés por contribuir medicina deportiva con la realización de este proyecto de investigación.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Como la frecuencia cardiaca, porcentajes de frecuencia cardiaca y velocidad de nado sirven para determinar el umbral anaeróbico en los nadadores pertenecientes a la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha y como ello ayuda a diferenciar un entrenamiento aeróbico de un anaeróbico por medio de la zona 3 de entrenamiento según la metodología de *Pancorbo*.

OBJETIVOS

PRINCIPAL

1. Determinar el umbral anaeróbico en nadadores principiantes y avanzados de la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha mediante un test de natación consistente en la realización de 3 x 100 metros libre a una velocidad progresiva entre cada lapso con el fin de identificar la zona 3 de entrenamiento establecida por la metodología de “*Pancorbo*”.

ESPECÍFICOS

1. Identificar la capacidad aeróbica de los nadadores de la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha teniendo como límite máximo superior 4mmol/l de lactato que corresponde al valor del umbral anaeróbico.
2. Identificar los factores asociados al rendimiento del deportista o al umbral anaeróbico.
3. Identificar la zona 3 de entrenamiento según la metodología de “*Pancorbo*” para generar planes de entrenamientos individuales y personalizados.

HIPOTESIS

El umbral anaeróbico obtenido en nadadores de la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha permite establecer planes entrenamiento personalizados para mejorar el rendimiento físico del deportista.

METODOLOGÍA

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

Variables	Dimensión	Conceptualización	Tipo	Indicadores	Fuente	Instrumentos
1.Signos vitales	1.1. Frecuencia cardiaca	Número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo	Cuantitativa	<p>Frecuencia cardiaca en niños de 10 años o más y adultos (incluso ancianos): 60 a 100 latidos por minuto.</p> <p>Frecuencia cardiaca en atletas bien entrenados: de 40 a 60 latidos por minuto.</p> <p>Se tomó la frecuencia en valores absolutos, expresados en latidos por minuto</p>	Participante	Pulsómetro de banda polar
	1.2. Frecuencia cardiaca	Es el límite teórico de trabajo de nuestro corazón	Cuantitativa	Se expresa en valores relativos a partir de la frecuencia cardiaca	Participante	Ecuación matemática.

	máxima expresada en porcentaje	calculado a partir de una ecuación matemática y expresada en porcentaje.		máxima calculada por la fórmula de Tanaka.		Fórmula de Tanaka
2. Productos del metabolismo anaeróbico	2.1 Ácido láctico	El ácido láctico un compuesto orgánico producido de forma natural por nuestro organismo siendo, al mismo tiempo, un subproducto y un combustible para el ejercicio físico.	Cuantitativa	Valores normales: 0.5-2.2 mmol/L Umbral anaeróbico: 4mmol/L Se tomará en valores de mmol/L	Participante	Lactate Scout
3. Edad	3.1. Adolescente	Periodo de la vida en el cual existe desarrollo biológico, psicológico, sexual y social inmediatamente posterior a la niñez y que comienza con la pubertad	Cualitativa	Se tomó la edad en valores absolutos y se categorizó de acuerdo a las normas competitivas de la natación en Pichincha: Categoría 13 -14 años	Participante	Fecha de nacimiento.

				<p>Categoría 15 -17 años</p> <p>Categoría 18 -25 años</p>		
	3.2. Adulto	Se aplica al ser vivo que ha llegado a la madurez biológica, que conlleva la capacidad de procrear	Cualitativa	Por medio de las medias obtenidas se realizó comparaciones con la frecuencia cardiaca, porcentaje de frecuencia cardiaca y velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.		
4. Género	4.1. Masculino	Ser que está dotado de órganos para fecundar.	Cualitativa	Se categoriza de manera dicotómica (Masculino y Femenino). Se realizó el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Por medio de las medias obtenidas se realizó comparaciones con la frecuencia cardiaca, porcentaje	Participante	Observación
	4.2. Femenino	Se aplica al ser vivo que posee órganos para ser fecundado	Cualitativa			

				de frecuencia cardiaca y velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.		
5. Tiempo de entrenamiento en natación	5.1. Principiantes	Menos de 2 años de entrenamiento, independientemente del rendimiento y resultados deportivos	Cuantitativa	Se categoriza a los nadadores dependiendo de la los años de entrenamiento en la natación para poder clasificarlos entre principiantes (menos de 2 años de entrenamiento) y avanzados (más de dos años de entrenamiento). Se realizaron asociaciones por medio de las medias obtenidas con la frecuencia cardiaca, porcentaje de frecuencia cardiaca y velocidad de nado. Se realizó un	Participante	Interrogatorio
	5.2. Avanzados	Más de 2 años de entrenamiento, independientemente del rendimiento y resultados deportivos	Cuantitativa			

				análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.		
Velocidad de nado		Tiempo en cual se demora en recorrer una distancia determinado	Cuantitativa	Se tomó en valores absolutos en metros por segundo de cada nadador que ejecute el “test de natación”. Luego de lo cual, se calcularon medidas de tendencia central y se realizaron asociaciones con otras variables mediante las medias obtenidas.	Participante	Cronómetro
Alimentación	7.1 Dieta Equilibrada	Una dieta que tiene como fin mantener al individuo en un estado de suficiencia nutritiva, satisfaciendo sus necesidades en la etapa particular del ciclo de vida en que se encuentra.	Cualitativa	Dieta equilibrada y dieta deportiva se la categoriza de manera dicotómica. Se realizó el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Por medio de las medias obtenidas se realizó	Participante	Cuestionario

	7.2 Dieta para deportistas	Dieta que cubre las necesidades nutricionales del individuo y que adicionalmente aporta con las necesidades energéticas y repone las pérdidas generadas por el ejercicio.	Cualitativa	comparaciones con la velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.	Participante	Cuestionario
	7.4 Número De comidas	Número total de comidas que cubre las necesidades nutricionales de un individuo.	Cuantitativa	En valores absolutos. Se realizó el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Por medio de las medias obtenidas se realizó comparaciones con la velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.	Participante	Cuestionario
	7.5 Suplementos	Son concentrados de uno o varios nutrientes. Pueden	Cualitativa	Los resultados se los recoge como si o no. Se realizó el	Participante	Cuestionario

	nutricionales	ser vitaminas, minerales, aminoácidos, extractos vegetales, proteínas, etc. presentados solos o en combinación con otros para aumentar su efectividad.		cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Por medio de las medias obtenidas se realizó comparaciones con la velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.		
Otras actividades	8.1. Deporte	Practica de otra actividad deportiva, excluye pasatiempos	Cualitativa	Se recoge la información por medio de preguntas en el cuestionario donde el participante especifica si realiza cualquiera de estas actividades y al momento de almacenar los dos se los registra como si o no. Se realizó el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Por medio de las	Participante	Cuestionario
	8.2. Trabajo	Trabajo intensos que abarcan gran parte de su tiempo y crean desgaste físico y mental	Cualitativa			

				medias obtenidas se realizó comparaciones con la velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.		
9. Descanso	9.1 Horas de sueño	Se consideran 8 horas de sueño como tiempo adecuado para reponer fuerza y energía perdida en el día	Cualitativa	Los resultados se los recoge de manera dicotómica (más de 8 horas de sueño y menos de 8 horas de sueño al día). Se realizó el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Por medio de las medias obtenidas se realizó comparaciones con la velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.	Participante	Cuestionario

10. Perfil emocional	10.1. Motivado	El señalamiento o énfasis que se descubre en una persona hacia un determinado medio de satisfacer una necesidad, creando o aumentando con ello el impulso necesario para que ponga en obra ese medio o esa acción, o bien para que deje de hacerlo	Cualitativa	La información se recoge de manera dicotómica (motivado o desmotivado). Se realizó el cálculo de medidas de tendencia central, dispersión y frecuencias. Por medio de las medias obtenidas se realizó comparaciones con la velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con	Participante	Cuestionario
	10.2. Desmotivado	Perdida de interés por la realización de una acción o cosa en particular.	Cualitativa	los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.	Participante	Cuestionario
11. Expectativas	11.1 Expectativa en el deporte.	Es una suposición centrada en el futuro, puede o no ser realista	Cualitativa	La información se recoge de manera dicotómica (desarrollo deportivo a nivel competitivo y profesional y bienestar físico - mental). Se realizó el cálculo de medidas de tendencia central,	Participante	Cuestionario

				<p>dispersión y frecuencias. Por medio de las medias obtenidas se realizó comparaciones con la velocidad de nado de los participantes. Se realizó un análisis bivariado con los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico.</p>		
--	--	--	--	---	--	--

UNIVERSO

En esta investigación no se realizó el cálculo del tamaño muestral probabilístico para poblaciones finitas, pues se contaba con la posibilidad de trabajar con el universo de los centros de natación, así como también, con nadadores principiantes y avanzados. Por lo tanto, se trabajó con el universo de nadadores de la Asociación de Natación de Concentración Deportiva de Pichincha pertenecientes a los clubes Batan, Regatas y Delfines de Pichincha.

Problemas, limitaciones y debilidades de este estudio:

El principal inconveniente para este proyecto fue el tiempo que tardó la aprobación del Comité de Bioética de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador para poder autorizar la recolección de la muestra necesaria de este trabajo. El mismo duró alrededor de 2 meses para completar su proceso.

En cuanto a los participantes de esta investigación, acorde a los datos obtenidos en los 3 diferentes clubes y luego que los presidentes de cada institución aceptarán la realización de este proyecto en sus respectivos establecimientos, se contó con cifras reales de nadadores que practican este deporte, sin embargo, la población de cursos vacacionales no se la tomó en cuenta para este estudio ya que no cumplen con las expectativas de este trabajo por factores como la edad, que en su mayoría son niños/as menores de los 13 años y no entran en la categoría mínima establecida por mi investigación. Otra razón, es que este grupo de nadadores practican este deporte de una manera recreacional por lo cual no caben en el concepto de principiantes o avanzados, ya que en lo referente a estas dos categorías se especifica “tiempo de entrenamiento”, más no tiempo recreacional.

Otro problema a resaltar fue el hecho que la determinación de los niveles de lactato en sangre es un procedimiento costoso. Por lo cual, el factor económico toma un papel de importancia en la realización de este tipo de estudios. Es así que se recomienda para futuras investigaciones buscar facilidades de financiamiento para la adquisición de los materiales necesarios.

Por último, en los análisis de datos se invirtió alrededor de un mes en investigación teórica, estudio de procedimientos estadísticos y trabajo para generar los resultados esperados, principalmente por desconocimientos en cuanto al tema de Bioestadística.

La descripción de la población estudiada es la siguiente:

Club Regatas: 105 nadadores repartidos entre: cursos vacacionales, cursos permanentes y equipo de competencia. En lo que respecta a cursos permanentes se contó con un registro de 33 nadadores y equipo de competencia de 20 nadadores, los cuales representarían la población objetiva.

Club Batán: 94 nadadores repartidos entre cursos vacacionales, cursos permanentes y equipo de competencia. En la población de estudio se cuenta con 29 nadadores de en cursos permanentes y 18 en equipo de competencia.

Club Delfines de Pichincha: Esta institución no cuenta con cursos vacacionales, solo se ofrece cursos permanentes y equipo de competencia. En la población de estudio tuvimos 13 nadadores de cursos permanentes y 10 en equipo de competencia

Con lo cual se pudo deducir que el plan de trabajo se realizó con una población finita ya que conocemos el número de miembros exactos que lo integran y la población se encuentra delimitada con la cantidad de 123 nadadores pertenecientes a cursos permanentes y equipo de competencia.

Criterios de inclusión para nadadores principiantes

- Nadadores pertenecientes a cualquiera de las 3 siguientes categorías acorde a las normas competitivas de la natación en Pichincha:
 - Categoría 13 -14 años sexo masculino y femenino
 - Categoría 15 -17 años sexo masculino y femenino
 - Categoría 18 -25 años sexo masculino y femenino

- Nadadores que lleven menos de 2 años practicando esta disciplina.
- Nadadores cuya toma basal de ácido láctico sea menor de 4 mmol/l

Criterios de exclusión para nadadores principiantes

- Nadadores con problemas cardiacos, respiratorios, renales, etc.
- Nadadores con comorbilidades que puedan elevar los niveles de lactato y que sea comprobable.
- Nadadores con toma basal de lactato superior a 4mmol/L. El hecho de encontrar de manera basal un valor de lactato superior a este sin haber realizado previamente un ejercicio físico, indica la probabilidad de que exista alguna alteración o patología de base que provoque estos valores como por ejemplo los problemas citados en el primer criterio de exclusión entre los más comunes. Además valores superiores a 4mmol/L alterarían los resultados esperados por esta investigación.

Criterios de inclusión para nadadores avanzados

- Nadadores pertenecientes a cualquiera de las 3 siguientes categorías acorde a las normas competitivas de la natación en Pichincha:
 - Categoría 13 -14 años sexo masculino y femenino
 - Categoría 15 -17 años sexo masculino y femenino
 - Categoría 18 -25 años sexo masculino y femenino
- Nadadores que lleven más de 2 años practicando esta disciplina.
- Nadadores cuya toma basal de ácido láctico sea menor de 4 mmol/l

Criterios de exclusión para nadadores avanzados

- Nadadores con problemas cardiacos, respiratorios, renales.
- Nadadores con comorbilidades que puedan elevar los niveles de lactato y que sea comprobable.
- Nadadores cuya toma basal de ácido láctico sea mayor de 4 mmol/L. La razón de este ítem es la misma que se aplica para excluir a los nadadores principiantes.

- Nadadores en mesociclo de transición. Esto significa deportistas que se encuentran en proceso de abandonar la práctica deportiva y quieren pasar a un estilo de vida sedentario.

TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación consiste en un estudio analítico.

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El proceso de recolección de la información en el estudio fue el siguiente:

1.- Aprobación del protocolo de tesis por las autoridades pertinentes de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Se solicitó la aprobación del protocolo al director de tesis y metodólogo a través de la coordinación de investigación de la facultad de medicina, sometiéndolo al comité de bioética de la PUCE (**Anexo 1**).

2.- Presentación de protocolo investigación a los representantes de los centros de natación seleccionados para el estudio.

Se presentó el protocolo de investigación a los representantes de los centros de natación seleccionados para el estudio para su aprobación o no en la participación en este estudio de investigación.

Se solicitó las respectivas cartas de aprobación y autorización para realizar el estudio en las piscinas de los clubes Batán, Regatas y Delfines de Pichincha. (**Anexo 2**).

3.- Presentación del estudio a los participantes y a los padres de los menores de edad.

Se creó un cronograma para brindar información a deportistas, padres de familia y entrenadores de los diferentes clubes acerca del proyecto. Conjuntamente con una

exposición oral del tema, se entregó el documento “**INFORMACIÓN ACERCA DEL PROYECTO DE ZONAS DE ENTRENAMIENTO Y DETERMINACIÓN DE UMBRAL ANAEROBICO**”. (Anexo 3) Donde se redactó paso a paso el desarrollo del test de natación.

4.- Obtención del asentimiento y consentimiento informado de los participantes en este proyecto.

Con la presentación del proyecto, se solicitó su participación voluntaria por medio de la lectura y firma de un consentimiento informado para los mayores de 18 años y un asentimiento informado avalado por los padres para los menores de edad, requisito primordial antes de realizar este estudio.

Se otorgó a cada nadador que haya decidido por voluntad propia entrar a este estudio un documento de asentimiento y consentimiento informado basado en los modelos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) con el fin de proteger la integridad del participante y los objetivos de esta investigación.

Se adjudicó el documento “**ASENTIMIENTO Y CONSENTIMIENTO INFORMADO**” (Anexo 4).

5.- Aplicación de encuesta (instrumento de recolección de la información)

Se trabajó con datos primarios generados a través de la elaboración de una encuesta enfocada en factores que influyen en el rendimiento deportivo, la misma que fue validada por expertos en el tema deportológico e instructores de natación. Se realizó un piloto de la misma, para esclarecer términos y niveles de comprensión de las mismas. Este instrumento fue diseñado en forma digital para la elaboración de una base datos en el en el software IBM SPSS VERSION 21.

Los deportistas quienes se les informó acerca de la investigación y que decidieron participar previamente firmando su asentimiento o consentimiento informado, se les citó en una fecha posterior para la realización de la encuesta descrita e informada

previamente en la presentación del proyecto. La misma se llevó a cabo en presencia de sus respectivos entrenadores quienes fueron los supervisores en esta etapa.

Se confirió el documento “**ENCUESTA PARA NADADORES PARTICIPANTES**” (**Anexo 5**) a los nadadores pertenecientes a la investigación,

6.- Análisis de criterios de inclusión y exclusión más recolección de la muestra basal de lactato.

Antes de realizar actividad física se tomó los niveles basales de lactato para saber si cumplían o no con el criterio de ingreso que fue de 4 mmol/L. Así también se indagó en los demás criterios de inclusión y exclusión de este proyecto mediante el dialogo y respaldando las respuestas con los niveles basales de lactato.

Para la toma basal de lactato se procedió a recolectar una gota de sangre mediante la técnica de punción capilar para lo cual previamente se realizó un secado más limpieza adecuada del pulpejo del dedo de la mano mediante una pedazo de algodón, después de lo cual, se utilizó una lanceta estéril (Twist top lancet®) para la recolección de la muestra, la misma inmediatamente fue depositada en una tira reactiva especializada en la medición de los niveles de lactato en sangre (Accu chek Activo®). Esta muestra fue analizada por la maquina LACTATE SCOUT® y en cuestión de 1 minuto exacto dio el resultado de la concentración de lactato del nadador.

Afortunadamente, los 123 nadadores cumplieron con los criterios de inclusión en cuanto niveles basales de lactato y ninguno presentó alguno de los criterios adicionales de exclusión que se presentaron para esta investigación. Esto se puede respaldar por el hecho de que enfermedades cardiacas, renales y severos problemas respiratorios que podrían alterar los niveles basales de lactato, no son frecuentes en edad adolescente y adulto joven, además que cualquiera de estas patologías dificultaría el correcto desenvolvimiento del entrenamiento de alto rendimiento.

7.- Realización del test de natación

Se ejecutó el test descrito en el documento “**INFORMACIÓN ACERCA DEL PROYECTO DE ZONAS DE ENTRENAMIENTO Y DETERMINACIÓN DE**

UMBRAL ANAEROBICO” (Anexo 3), y los datos obtenidos fueron almacenados en una base de datos generada en el programa de IBM SPSS VERSION 21 para su posterior análisis.

El test de natación consistió en lo siguiente:

Se le realizó una prueba de natación que constó de 3 x 100 metros estilo libre con 3 minutos de descanso entre cada 100 metros. Se realizó el estudio solo en el estilo libre porque este es el de dominio general y abarca aproximadamente del 60 al 70% de los entrenamientos realizados en Pichincha. Para cada lapso, el nadador contó con un monitor de frecuencia cardiaca marca (Polar X3800) para determinar la frecuencia cardiaca de cada 100 metros libre y con la ayuda de entrenadores se registró los diferentes tiempos de nado mediante un cronómetro.

El primer 100 metros estilo libre fue a una velocidad en la que el deportista se sintió cómodo nadando en la cual, no se evidenció signos de fatiga o cansancio. Cabe aclarar que la velocidad de nado es independiente en cada nadador y con la experiencia del entrenamiento continuo cada persona puede desarrollar diferentes intensidades de trabajo.

El segundo 100 metros libre fue a una velocidad en la cual el deportista se esforzó nadando a un ritmo moderado

El tercer 100 metros libre fue a una velocidad de competencia en la cual el deportista intentó romper su mejor marca técnica.

Entre cada lapso de 100 metros estilo libre se procedió a la obtención de una muestra de sangre por punción capilar, justo un minuto después de terminar cada prueba. La razón para realizar la punción capilar 1 minuto después del terminado los 100 metros estilo libre, es debido a que el lactato se demora en salir de los músculos a la circulación sanguínea. Este proceso dura alrededor de 30 a 60 segundos. Por lo cual es el tiempo ideal de descanso para conseguir una muestra idónea².

Para la obtención de la muestra en primer lugar, el pulpejo del dedo del nadador fue debidamente secado y limpiado con un pedazo de algodón, después, utilizando una lanceta estéril (Twist top lancet®) se recolectó una gota de sangre la cual fue depositada en una tira reactiva especializada en la medición de los niveles de lactato en sangre (Accu chek Activo®). Adicionalmente la frecuencia cardiaca por el monitor de frecuencia cardiaca marca (Polar X3800) y el tiempo de nado por un cronómetro, fueron registrados entre cada 100 metros libre.

Se pudo determinar la velocidad de nado mediante la fórmula de la velocidad es igual a distancia/tiempo. La distancia en metros fue de 100 y el tiempo que el nadador se demoró en cada lapso expresado en segundos fue el denominador.

PROCEDIMIENTO DE DIAGNOSTICO E INTERVENCIÓN

Los datos obtenidos de cada deportista fueron registrados en IBM SPSS VERSION 21, una vez realizado la limpieza necesaria de la base de datos, se procedió a la determinación del umbral anaeróbico, que según *Pancorbo*²³ corresponde a la zona 3 de entrenamiento.

Determinación de parámetros para el umbral anaeróbico de cada nadador.

Una vez cumplido el test de natación propuesto en el documento **“INFORMACIÓN ACERCA DEL PROYECTO DE ZONAS DE ENTRENAMIENTO Y DETERMINACIÓN DE UMBRAL ANAEROBICO”**, el cual se le entregó a cada nadador participante, se obtuvo 3 datos específicos para el umbral anaeróbico:

A. Frecuencia cardiaca expresada en latidos por minuto en el umbral anaeróbico.

Este dato fue proporcionado a raíz de las 3 tomas de frecuencia cardiaca realizadas entre cada 100 metros libre, más su relación con los resultados de ácido láctico de cada lapso.

Una vez que se estableció la relación en un plano cartesiano en el programa de EXCEL 2010 donde el eje de las “x” perteneció a la frecuencia cardiaca y el eje de las “y”

perteneció a los resultados individuales de lactato, se procedió a determinar la frecuencia cardiaca del nadador investigado a un valor de lactato de 4mmo/L en este mismo plano para identificar la frecuencia cardiaca del umbral anaeróbico.

B. Frecuencia cardiaca expresada en porcentaje en el umbral anaeróbico

Para obtener este dato, se utilizó la fórmula de Tanaka²¹ para la frecuencia cardiaca máxima.

Fórmula de **TANAKA**²¹: $208 - (0.7 * \text{Edad})$

Una vez calculado la frecuencia cardiaca máxima dependiendo de la edad del nadador, se realizó una regla de 3 donde el 100% de la frecuencia cardiaca correspondió al resultado obtenido de la fórmula de Tanaka; mientras que el dato de Frecuencia cardiaca expresada en latidos por minuto en el umbral anaeróbico era el porcentaje que se deseó encontrar. Es así como se obtuvo la frecuencia cardiaca expresada en porcentaje a raíz de la frecuencia cardiaca en latidos por minuto en el umbral anaeróbico.

C. Velocidad de nado en el umbral anaeróbico

Este dato fue proporcionado a raíz de las 3 tomas de tiempo de cada 100 metros libre, más su relación con los resultados de ácido láctico de cada lapso.

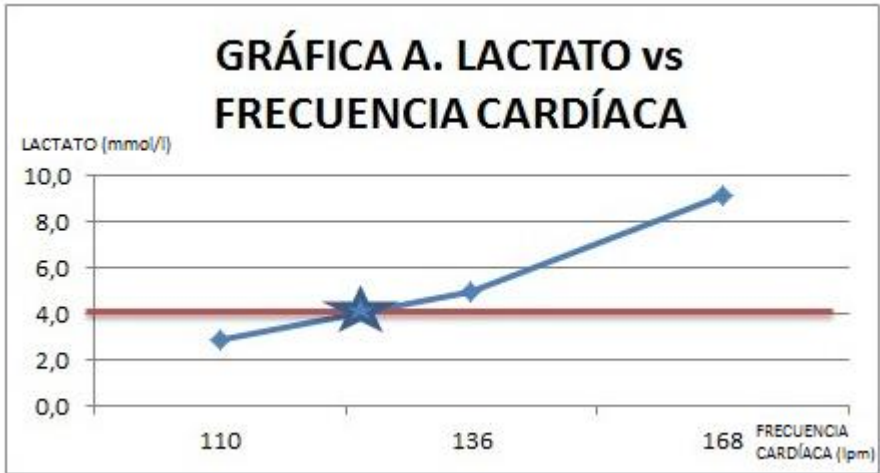
Una vez que se estableció la relación en un plano cartesiano en el programa de EXCEL 2010 donde el eje de las “x” correspondió a velocidad de nado en metros por segundo y el eje de las “y” perteneció a los resultados individuales de lactato en mmo/L, se procedió a determinar la velocidad de nado del deportista en cuestión a un valor de lactato de 4mmo/L en este mismo plano para identificar la velocidad de nado en el umbral anaeróbico.

Con los datos de frecuencia cardiaca, porcentaje de la frecuencia cardiaca según frecuencia cardiaca máxima y velocidad de nado que cada nadador registró durante el test de natación se determinó los valores específicos para el umbral anaeróbico que a su vez corresponde a la zona 3 de entrenamiento. Es importante destacar que la

metodología utilizada para determinar los valores valores mencionados es la establecida en el libro de *Pancorbo*, “Medicina Y Ciencias Del Deporte Y La Actividad Física”, Capítulo 13: Valoración funcional del deportista y la salud.

Ejemplo: Cálculo del umbral anaeróbico

Nadador: xxxxxxxxx **Edad:** 14 años



	LACTATO	FRECUENCIA CARDÍACA
Lapso 1	2,9	110
Lapso 2	5,0	136
Lapso 3	9,1	168

Según la gráfica A para este nadador la frecuencia cardiaca en el umbral anaeróbico se ubicó en 120 lpm



	LACTATO	VELOCIDAD
Lapso 1	2,9	1,05
Lapso 2	5,0	1,15
Lapso 3	9,1	1,3

Según la gráfica B para este nadador la velocidad de nado en el umbral anaeróbico se ubicó en 1,10 m/s

Fórmula de **TANAKA**: $208 - (0.7 * \text{Edad}) =$

$$208 - (0.7 * 14) = 198 \text{ Frecuencia cardiaca Máxima}$$

198 lpm es el 100% de la frecuencia cardiaca máxima.

120 lpm representa 60% de la frecuencia cardiaca máxima.

Conclusión: Para que este nadador entrene en su umbral anaeróbico (zona 3 de entrenamiento) debe presentar 120 lpm que equivaldrían al 60% de la frecuencia cardiaca máxima e ir a una velocidad de 1,10m/s.

NOTA: Este ítem es específico para cada nadador y se lo entregó a cada participante de individual y personalizada.

Los objetivos de esta investigación son presentar resultados en conjunto evitando conflicto de intereses.

Estos 3 resultados obtenidos en el umbral anaeróbico son datos numéricos que se convirtieron en variables cuantitativas dependientes, las cuales fueron analizadas independientemente. Además, se estableció relaciones con las variables obtenidas en la encuesta para generar los resultados de esta investigación.

PLAN DE ANALISIS DE DATOS

En principio se generó una base de datos, más limpieza de la misma utilizando el programa de IBM SPSS VERSION 21. Luego de ello, se efectuó un análisis descriptivo de cada una de las variables tanto cuantitativas como cualitativas aplicando medidas de tendencia central, dispersión, y frecuencias. Además se estableció relaciones entre las variables cualitativas independientes y cuantitativas dependientes mediante el uso de medias y frecuencias absolutas para esclarecer factores asociados al rendimiento o al umbral anaeróbico encontrado en los nadadores. Se efectuó un análisis bivariado entre

los parámetros encontrados en el umbral anaeróbico con las variables independientes de la investigación usando CHI cuadrado y valor P. Por último, para la interpretación y análisis de los datos se utilizaron tablas estadísticas adecuadas.

ASPECTOS BIOÉTICOS

Para los procedimientos propuestos por esta investigación se garantizó la aplicación de los 4 criterios básicos de la bioética: autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

No se compartió la identidad de aquellos que participaron en la investigación. La información obtenida de este proyecto se mantiene de forma confidencial y solo el autor tiene acceso a la misma.

Se respetó el derecho de los nadadores a negarse o retirarse en cualquier momento del estudio.

No se mostró información confidencial ni personal. Sólo se publicó resultados del estudio final para que otras personas interesadas puedan aprender del tema.

Cabe señalar que los deportistas que forman parte del ámbito deportivo de la natación en el país conocen que la toma de ácido láctico después o entre una sesión de entrenamiento es un procedimiento ordinario y rutinario. En los últimos congresos realizados por la Federación Internacional de Natación (FINA) en el 2014 se anunció como procedimiento básico de entrenamiento de alto rendimiento a la cuantificación de los niveles de lactato en sangre. Sin embargo, a todo deportista perteneciente a la presente investigación se le pidió su autorización previa y en el caso de ser menores de edad se contó con el consentimiento de los padres. Las personas que formaron parte de esta investigación fueron informadas acerca del presente estudio y sus métodos para conseguir los fines esperados.

La técnica que se utilizó para la recolección de muestras en este trabajo fue la punción capilar, la misma que es avalada por la FINA. Este procedimiento no posee efectos adversos, ni contraindicaciones para los atletas.

Con los resultados de esta investigación los participantes se vieron beneficiados de planes de entrenamientos completos y personalizados.

Se garantizó que el estudio no posee ningún conflicto de interés.

Yo, Andrés Sebastián Palacios Portilla, aseguro que el presente estudio no posee conflicto de interés alguno siguiendo con el principio de no maleficencia.

Por último, es necesario mencionar que esta investigación fue analizada previa a su realización, por el Comité de ética de la investigación de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y ANÁLISIS METODOLÓGICO DE VARIABLES

Tabla 1. Descripción de la población de estudio

VARIABLES	CASOS	PORCENTAJE
EDAD		
13-14 Años	42/123	34 %
15-17 Años	59/123	48 %
18-25 Años	22/123	18 %
		100%
GÉNERO		
FEMENINO	43/123	35 %
MASCULINO	80/123	65 %
		100%
TIEMPO DE ENTRENAMIENTO		
PRINCIPIANTES	75/123	61 %
AVANZADOS	48/123	39 %
		100 %
TIPO DE DIETA		
DEPORTIVA	18/123	14,6 %
EQUILIBRADA	105/123	85,4 %
		100%
NÚMERO DE COMIDAS		
3 COMIDAS	31/123	25,2 %
4 COMIDAS	79/123	64,2 %
5 COMIDAS	12/123	9,8 %
6 COMIDAS	1/123	,8 %
		100 %
SUPLEMENTOS		
NO CONSUME	103/123	84 %
CONSUME	20/123	16 %
		100%
HORAS DE SUEÑO		
MENOR A 8 HORAS	18/123	15 %
MÁS DE 8 HORAS	105/123	85 %
		100 %
OTRAS ACTIVIDADES		
NO REALIZA	123/123	100,0 %
REALIZA	0/123	0 %
		100 %
PERFIL EMOCIONAL		
MOTIVADO	123/123	100,0 %
DESMOTIVADO	0/123	0 %
		100 %
EXPECTATIVA EN EL DEPORTE		
BIENESTAR FISICO – METAL	22/123	17,9 %
DESARROLLO DEPORTIVO A NIVEL COMPETITIVO – PROFESIONAL	101/123	82,1 %
		100 %

La edad promedio de los nadadores participantes fue de 15.78 años con una desviación estándar de 2.38 años. La mitad de los deportistas posee una edad menor a los 15 años; la edad más frecuente es de 14 años. Se identificó una distribución asimétrica para esta variable. El rango de edad fue de 11 años de edad. (**Tabla 1 y Anexo 8**). El mayor número de nadadores se presentó entre los 14 y 15 años de edad, presentando una frecuencia relativa de 22,8% y 22% respectivamente, sin embargo en cuanto a categorías, 15 -17 años presentó una frecuencia relativa de 48% del total de los participantes. (**Tabla 1 y Anexo 9**)

El 61% del total de los nadadores participantes son principiantes (**Tabla 1 y Anexo 10**).

El 65% de los nadadores pertenecen al género masculino. (**Tabla 1 y Anexo 11**)

El 85.4% de los deportistas presentan una dieta equilibrada, la cual significa que consumen alimentos que aportan los requerimientos nutricionales y calóricos básicos para tener una buena salud la cual no necesariamente es dirigida por un especialista. (**Tabla 1 y Anexo 12**)

El número de comidas promedio de los nadadores fue de 3.86 comidas con una desviación estándar de 0.60 comidas. La mitad de los deportistas realizan 4 comidas al día; mientras que el número de comidas más frecuentes de los participantes es de 3.86. El rango de comidas fue de 3 entre los diferentes atletas. (**Tabla 1 y Anexo 13**). Además el 89% del total de los nadadores realizan entre 3 a 4 comidas al día. (**Tabla 1 y Anexo 14**)

El 84% de los nadadores no consume suplementos para su entrenamiento. (**Tabla 1 y Anexo 15**)

El 85% de los deportistas duermen más de 8 horas al día. Hay que señalar que según los datos de esta investigación se considera como mínimo 8 horas de sueño para descansar y reponer energías. (**Tabla 1 y Anexo 16**)

El 100% de los participantes se dedica únicamente a la natación como actividad de “alto rendimiento”. Cabe señalar que actividades físico – deportivas como pasatiempos no entran en esta categoría. Por otro lado, actividades como trabajo y estudios extenuantes que signifiquen un desgaste físico y mental adicional, no son realizadas por los nadadores pertenecientes a esta investigación. (**Tabla 1 y Anexo 17**)

Según los datos obtenidos el 100% de los nadadores realiza esta actividad por voluntad propia y se encuentran motivados para el desarrollo de la misma, siendo el principal factor influyente el gusto por este deporte. (**Tabla 1 y Anexo 18**)

El 82.1% de los participantes buscan entrenar natación con metas competitivas. (**Tabla 1 y Anexo 19**)

Tabla 2. Medias del umbral anaeróbico – zona 3 de entrenamiento

VARIABLES	CASOS n = 123	
	MEDIAS	MEDIANA
FRECUENCIA CARDIACA EXPRESADA EN LATIDOS POR MINUTO (lpm)	122,34 lpm (DE* = 10,48)	121 lpm
FRECUENCIA CARDIACA EXPRESADA EN PORCENTAJE (%)	62,14% (DE = 5,27)	62%
VELOCIDAD DE NADO (m/s)	1,21 m/s (DE = 0,134)	1,22 m/s

* DE = Desviación estándar.

La frecuencia cardiaca promedio de los nadadores en el umbral anaeróbico (zona 3 de entrenamiento) fue de 122.34 latidos por minuto (lpm) con desviación estándar de 10.48 latidos por minuto. La mitad de los deportistas alcanzan a 121 latidos por minuto en el umbral anaeróbico; mientras que la frecuencia cardiaca que más se presentó fue de 120 latidos por minuto. El rango fue de 63 latidos por minuto. El 50% de los nadadores alcanzan una frecuencia cardiaca entre 115 a 130 cuando se encuentran trabajando en el umbral anaeróbico (**Tabla 2 y Anexo 20**). Cabe mencionar que los nadadores expresan diferentes frecuencias cardiacas cuando se encuentran en el umbral anaeróbico dato que es normal dada la independencia acorde a cada organismo. (**Anexo 21**)

El promedio de la frecuencia cardiaca expresada en porcentaje en el umbral anaeróbico fue de 62.14% con una desviación estándar de 5.27%. La mitad de los nadadores poseen un porcentaje menor a 62% de frecuencia cardiaca expresada en porcentaje cuando se encuentran trabajando en el umbral anaeróbico. Existieron 2 modas principales una de 61% y otra de 62% ambos con 12 casos cada una. El rango de frecuencia cardiaca expresada en porcentaje fue 32%. El 50% de los nadadores utiliza del 58 al 66% del total de su frecuencia cardiaca cuando se encuentra en el umbral anaeróbico. (**Tabla 2, Anexo 22 y Anexo 23**)

La velocidad promedio en el umbral anaeróbico de los nadadores fue de 1.21 m/s con variación de 0.13 m/s. La mitad de los deportistas pasan a una velocidad de 1,22 m/s cuando se encuentran en su umbral anaeróbico. La velocidad más frecuente es de 1,35 m/s. Se identificó una distribución asimétrica para esta variable. El rango de velocidad fue de 0.65 m/s. El 50% de los nadadores nada a una velocidad entre 1.10 y 1.32 m/s. (**Tabla 2, Anexo 24 y Anexo 25**)

Hay que señalar que las velocidades de nado medidas en metros por segundos son un parámetro independiente de cada nadador.

Tabla 3. Relación de edad con el umbral anaeróbico y sus elementos

EDAD POR CATEGORIAS ACORDE A LA FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE NATACIÓN (FINA)		FRECUENCIA CARDÍACA UMBRAL ANAERÓBICA (lpm)	PORCENTAJE FRECUENCIA CARDÍACA UMBRAL ANAERÓBICA (%)	VELOCIDAD UMBRAL ANAERÓBICA (m/s)
13 – 14	N = 42	Media = 123,76 (DE* = 9,63)	Media = 62,50 (DE = 4,90)	Media = 1,19 (DE = 0,118)
15 – 17	N= 59	Media =122,56 (DE =10,53)	Media = 4,90 (DE = 5,33)	Media = 1,20 (DE = 0,146)
18 – 25	N = 22	Media = 119,05 (DE = 11,66)	Media = 61,27 (DE = 5,91)	Media = 1,27 (DE = 0,112)
Total	N = 123	Media = 122,34 (DE = 10,48)	Media = 62,14 (DE = 5,27)	Media = 1,21 (DE = 0,134)

* DE = Desviación estándar

Según la tabla se puede apreciar que conforme la edad avanza entre las diferentes categorías las medias tanto de frecuencia cardiaca en latidos por minuto y frecuencia cardiaca en porcentajes van disminuyendo. Por otra parte la velocidad de nado relacionada con la edad, se apreció que a medida que la edad aumenta, el rendimiento reflejado en la velocidad de nado es mayor.

Tabla 4. Relación de género con el umbral anaeróbico y sus elementos

GÉNERO		FRECUENCIA CARDÍACA UMBRAL ANAERÓBICA (lpm)	PORCENTAJE FRECUENCIA CARDÍACA UMBRAL ANAERÓBICA (%)	VELOCIDAD UMBRAL ANAERÓBICA (m/s)
MASCULINO	N = 80	Media = 120,94 (DE* = 9,70)	Media = 61,47 (DE = 4,86)	Media = 1,20 (DE = 0,135)
FEMENINO	N = 43	Media = 124,95 (DE = 11,48)	Media = 63,37 (DE = 5,82)	Media = 1,22 (DE = 0,132)
Total	N = 123	Media = 122,34 (DE = 10,48)	Media = 62,14 (DE = 5,27)	Media = 1,21 (DE = 0,134)

* DE = Desviación estándar

Según la tabla podemos ver que tanto en latidos por minuto y porcentajes de frecuencia cardiaca las mujeres presentan unas medias superiores a los hombres.

En el caso de la velocidad en el umbral anaeróbico la tabla enseña una velocidad mayor en las mujeres con respecto a los hombres. Para el análisis de estos resultados hay que tomar en cuenta que la muestra de participantes femeninos es menor que los participantes masculinos.

Tabla 5. Relación del tiempo entrenamiento con el umbral anaeróbico y sus elementos.

TIEMPO ENTRENAMIENTO		FRECUENCIA CARDÍACA UMBRAL ANAERÓBICA (lpm)	PORCENTAJE FRECUENCIA CARDÍACA UMBRAL ANAERÓBICA (%)	VELOCIDAD UMBRAL ANAERÓBICA (m/s)
PRINCIPIANTE	N = 75	Media = 123,87 (DE* = 9,948)	Media = 62,89 (DE = 4,972)	Media = 1,15 (DE = 0,121)
AVANZADO	N = 48	Media = 119,96 (DE = 10,96)	Media = 60,96 (DE = 5,558)	Media = 1,30 (DE = 0,093)
Total	N = 123	Media = 122,34 (DE = 10,489)	Media = 62,14 (DE = 5,272)	Media = 1,21 (DE = 0,134)

* DE = Desviación estándar

En la tabla se aprecia como los nadadores avanzados claramente tienen una velocidad mayor que los nadadores principiantes, así como también menor número de latidos por minuto en promedio y por consiguiente un porcentaje de frecuencia cardiaca menor.

Tabla 6. Rendimiento deportivo: Relación de variables de la encuesta con resultados de velocidad en el umbral anaeróbico

VARIABLES	MEDIA VELOCIDAD DE NADO (m/s)	CASOS N =123
TIPO DE DIETA		
DEPORTIVA	1,31	18
EQUILIBRADA	1,19	105
NÚMERO DE COMIDAS		
3 COMIDAS	1,19	31
4 COMIDAS	1,20	79
5 COMIDAS	1,31	12
6 COMIDAS	1,32	1
SUPLEMENTOS		
CONSUME	1,30	20
NO CONSUME	1,19	103
HORAS DE SUEÑO		
MAS DE 8 HORAS	1,21	105
MENOS DE 8 HORAS	1,20	18

EXPECTATIVA EN EL DEPORTE		
DESARROLLO DEPORTIVO A NIVEL COMPETITIVO – PROFESIONAL	1,22	101
BIENESTAR FÍSICO Y MENTAL	1,15	22

La tabla muestra como una dieta especializada para deportistas favorece el rendimiento deportivo el cual se puede ver expresado en la velocidad de nado de los deportistas en el umbral anaeróbico. (**Tabla 6**)

Los deportistas que realizan mayor número de comidas al día presentan mayor velocidad de nado. (**Tabla 6**)

Los participantes que toman suplementos poseen en promedio una velocidad de nado mayor en relación a los que no consumen. (**Tabla 6**)

Nadadores que cumplen con más de 8 horas de sueños obtuvieron mejores velocidades de nado, aunque según datos obtenidos esta diferencia no es marcada. (**Tabla 6**)

Los participantes que realizan natación por motivos competitivos y profesionales presentaron una mayor velocidad de nado. En deportes como este, la velocidad es un marcador deportivo con el cual podemos evaluar desempeño individual. (**Tabla 6**)

Tabla 7. Análisis Bivariado entre la Frecuencia Cardíaca en el Umbral Anaeróbico o Zona 3 de entrenamiento y Variables Independientes

VARIABLES		FRECUENCIA CARDÍACA EN LA ZONA 3			
		LATIDOS POR MINUTO (lpm)			VALOR P
		Valores Absolutos y Frecuencias Relativas (Total de casos)	Valores Absolutos y Frecuencias Relativas (Por variable) Menor a 121 lpm	Valores Absolutos y Frecuencias Relativas Mayor a 121 lpm	
EDAD					
	MENORES 15 AÑOS	42 - (34%)	22 - (52%)	20 - (48%)	0,099
	MAYORES 15 AÑOS	81 - (66%)	40 - (49%)	41 - (51%)	
GÉNERO					
	MASCULINO	80 - (65%)	44 - (55%)	36 - (45%)	1,932
	FEMENINO	43 - (35%)	18 - (42%)	25 - (58%)	
TIEMPO DE ENTRENAMIENTO					

	PRINCIPIANTES	75 – (61%)	30 - (40%)	45 - (60%)	8,326	0,004*
	AVANZADOS	48 – (39%)	32 - (67%)	16 - (33%)		
TIPO DE DIETA						
	DEPORTIVA	18 – (15%)	10 - (56%)	8 – (44%)	0,224	0,636
	EQUILIBRADA	105 – (85%)	52 - (49,5%)	53 - (50,5%)		
NUMERO DE COMIDAS						
	MENOR DE 4 COMIDAS	31 – (25%)	15 - (48%)	16 - (52%)	0,068	0,795
	MAYOR DE 4 COMIDAS	92 – (75%)	47 - (51%)	45 - (49%)		
SUPLEMENTOS						
	CONSUME	20 – (16%)	11 - (55%)	9 - (45%)	0,202	0,653
	NO CONSUME	103 - (84%)	51 - (49%)	52 - (51%)		
HORAS DE SUEÑO						
	MÁS DE 8 HORAS	105 – (85%)	54 - (51%)	51 - (49%)	0,300	0,584
	MENOS DE 8 HORAS	18 – (15%)	8 – (44%)	10 - (56%)		
EXPECTATIVA EN EL DEPORTE						
	DESARROLLO DEPORTIVO A NIVEL	101 – (82%)	53 - (52%)	48 - (48%)	0,967	0,325
	COMPETITIVO – PROFESIONAL					
	BIENESTAR FÍSICO - MENTAL	22 – (18%)	9 – (41%)	13 - (59%)		

*P = (<0,05)

Según la tabla existe una relación de dependencia entre la frecuencia cardíaca expresada en latidos por minuto y el tiempo de entrenamiento.

Los nadadores principiantes se encontraron en su mayoría en los valores esperados para el umbral anaeróbico con respecto a la frecuencia cardíaca expresada en latidos por minuto. Hay que notar que los participantes de esta categoría claramente superan a los avanzados en número.

Tabla 8. Análisis Bivariado entre la Frecuencia Cardíaca expresada en porcentaje en el Umbral Anaeróbico o Zona 3 de entrenamiento y Variables Independientes

VARIABLES		FRECUENCIA CARDÍACA EXPRESADA EN PORCENTAJE				
		EN LA ZONA 3 (%)			CHI ²	VALOR P
		Valores Absolutos y Frecuencias Relativas (Total de casos)	Valores Absolutos y Frecuencias Relativas (Por variable) Menor a 62 %	Valores Absolutos y Frecuencias Relativas (Por variable) Mayor a 62 %		
EDAD						
	MENORES 15 AÑOS	42 - (26%)	20 - (48%)	22 - (52%)	0,198	0,656
	MAYORES 15 AÑOS	91 - (74%)	42 - (46%)	39 - (54%)		
GÉNERO						
	MASCULINO	80 - (65%)	47 - (59%)	33 - (41%)	6,373	0,012*
	FEMENINO	43 - (35%)	15 - (34%)	28 - (66%)		
TIEMPO DE ENTRENAMIENTO						
	PRINCIPIANTES	75 - (61%)	32 - (43%)	43 - (57%)	4,606	0,032*
	AVANZADOS	48 - (39%)	30 - (63%)	18 - (37%)		
TIPO DE DIETA						
	DEPORTIVA	18 - (15%)	9 - (50%)	9 - (50%)	0,001	0,970
	EQUILIBRADA	105 - (85%)	53 - (50,5%)	52 - (49,5%)		
NUMERO DE COMIDAS						
	MENOR DE 4 COMIDAS	31 - (25%)	13 - (42%)	18 - (58%)	1,190	0,275
	MAYOR DE 4 COMIDAS	92 - (75%)	49 - (53%)	43 - (47%)		
SUPLEMENTOS						
	CONSUME	20 - (16%)	10 - (50%)	10 - (50%)	0,002	0,968
	NO CONSUME	103 - (84%)	52 - (51%)	51 - (49%)		
HORAS DE SUEÑO						
	MÁS DE 8 HORAS	105 - (85%)	54 - (51%)	51 - (49%)	0,300	0,584
	MENOS DE 8 HORAS	18 - (15%)	8 - (44%)	10 - (56%)		
EXPECTATIVA EN EL DEPORTE						
	DESARROLLO DEPORTIVO A NIVEL	101 - (82%)	52 - (51%)	49 - (49%)	0,263	0,608
	COMPETITIVO – PROFESIONAL					
	BIENESTAR FÍSICO – MENTAL	22 - (18%)	10 - (45%)	12 - (55%)		

*P = (<0,05)

Según la tabla existe una relación de dependencia entre la frecuencia cardíaca expresada en porcentaje con el género y el tiempo de entrenamiento.

El género femenino influye en alcanzar la frecuencia cardíaca expresada en porcentaje para el umbral anaeróbico. Además se observa que los nadadores principiantes se encontraron en mayor proporción en los valores esperados para el umbral anaeróbico.

Cabe mencionar que el universo de trabajo se compone en su mayoría de nadadores principiantes.

Tabla 9. Análisis Bivariado entre la Velocidad en metro por segundo (m/s) en el Umbral Anaeróbico o Zona 3 de entrenamiento y Variables Independientes

VARIABLES		VELOCIDAD EN METRO POR SEGUNDO EN LA ZONA 3				
		METROS / SEGUNDOS (m/s)			CHI ²	VALOR P
		Valores Absolutos y Frecuencias Relativas (Total de casos)	Valores Absolutos y Frecuencias Relativas (Por variable)			
			Menor a 1,22 m/s	Mayor a 1,22 m/s		
EDAD						
	MENORES 15 AÑOS	42 - (26%)	26 - (62%)	16 - (48%)	3,373	0,066
	MAYORES 15 AÑOS	91 - (74%)	36 - (40%)	45 - (60%)		
GÉNERO						
	MASCULINO	80 - (65%)	43 - (54%)	37 - (46%)	1,023	0,312
	FEMENINO	43 - (35%)	19 - (44%)	24 - (56%)		
TIEMPO DE ENTRENAMIENTO						
	PRINCIPIANTES	75 – (61%)	53 - (71%)	22 - (29%)	31,56	0,000*
	AVANZADOS	48 – (39%)	9 - (19%)	39 - (81%)		
TIPO DE DIETA						
	DEPORTIVA	18 – (15%)	2 - (11%)	16 - (89%)	13,02	0,000*
	EQUILIBRADA	105 – (85%)	60 - (57%)	45 - (43%)		
NUMERO DE COMIDAS						
	MENOR DE 4 COMIDAS	31 – (25%)	17 - (55%)	14 - (45%)	0,326	0,568
	MAYOR DE 4 COMIDAS	92 – (75%)	45 - (49%)	47 - (51%)		
SUPLEMENTOS						
	CONSUME	20 – (16%)	3 - (15%)	17 - (85%)	11,97	0,001*
	NO CONSUME	103 - (84%)	59 - (57%)	44 - (43%)		
HORAS DE SUEÑO						
	MÁS DE 8 HORAS	105 – (85%)	52 - (49%)	53 - (51%)	0,224	0,636
	MENOS DE 8	18 – (15%)	10 - (56%)	8 - (44%)		

HORAS						
EXPECTATIVA EN EL DEPORTE						
DESARROLLO DEPORTIVO A NIVEL COMPETITIVO – PROFESIONAL BIENESTAR FÍSICO - MENTAL	101 – (82%)	47 - (47%)	54 - (53%)		3,386	0,066
	22 – (18%)	15 - (68%)	7 - (32%)			

*P = (<0,05)

Según la tabla existe una relación de dependencia entre la velocidad de nado expresado en metros por segundo con el tiempo de entrenamiento, tipo de dieta y suplementos.

Se observa que los nadadores avanzados presentan una asociación significativa con la velocidad de nado perteneciente a la zona 3 de entrenamiento.

Una dieta deportiva guiada por un profesional y el consumo de suplementos influye en que los nadadores se encuentren sobre la velocidad de nado esperada para esta población.

Las variables independientes “OTRAS ACTIVIDADES” y “PERFIL EMOCIONAL” no fueron consideradas en el análisis bivariado debido a que el 100% de los participantes solo optaron por una de las dos opciones de cada una de estas variables.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

El universo con el cual se trabajó en el presente estudio fue de 123 nadadores pertenecientes a la Asociación Deportiva de la Concentración Deportiva de Pichincha que entrenan en los clubes Batán, Regatas y Delfines de Pichincha. Cada uno de los deportistas fueron informados acerca del contenido de la investigación, después de lo cual, aquellos que decidieron por voluntad propia formar parte de este proyecto llenaron una consentimiento informado junto con una encuesta y posteriormente se les realizó una prueba específica de natación para esta investigación.

Los nadadores que participaron de esta investigación tienen una edad que oscila entre los 13 a los 25 años, y se los dividió en 3 diferentes categorías (13-14 años, 15-17 años y 18-25 años) acorde a las normas internacionales de la FINA. Ciertamente, el grupo de edad más representativo de los nadadores es la categoría 15 y 17 años, lo cual nos da una idea que la natación en Pichincha es practicada principalmente por adolescentes. En cuestiones de género el 35% de los deportistas pertenecieron al género femenino mientras que el 65% eran del género masculino. Por último, el grupo de principiantes abarcó la gran mayoría de nadadores con un 61%, mientras que el grupo de avanzados representó el 39% del universo.

Con respecto a la metodología utilizada, hay que señalar que el parámetro de la frecuencia cardiaca para determinar el umbral anaeróbico debe relacionarse con el mayor número de variables posibles para obtener un mejor resultado en cuanto a determinación de parámetros para el entrenamiento, tales como: lactato, velocidad de nado, volumen máximo de oxígeno, percepción de la intensidad del esfuerzo, entre otros. En el estudio de *Camarero, S. et al*²⁴, donde se evalúa a 32 nadadores de ambos sexos de categoría infantil entre los 12 y 15 años de edad mediante un test de Conconi¹³, el cual consistió en la realización de 14 registros de 50 metros libre más la toma respectiva de las velocidades de nado entre cada uno, se llegó a la conclusión que la frecuencia cardiaca presenta una relación directa con velocidad de nado, pero sin embargo, esta relación por si sola, no es un marcador efectivo de entrenamiento de resistencia. Por lo anteriormente mencionado hay que añadir que el *test de Conconi*¹³ es

un método indirecto para determinar el umbral anaeróbico mediante los cambios efectuados en la frecuencia cardiaca con el fin de evaluar la capacidad del rendimiento aeróbico. Dicha prueba ha ido perdiendo acogida con el paso del tiempo, y actualmente se prefieren pruebas directas que arrojen resultados más exactos y que evalúen distintos aspectos que influyen en el rendimiento como es el caso de las zonas de intensidad de entrenamiento.

En el presente estudio, para determinar el umbral anaeróbico de cada participante se utilizó: tomas de lactato, medidas de frecuencia cardiaca, porcentajes de frecuencia cardiaca basadas en la frecuencia cardiaca máxima, y velocidad de nado. Según *Pancorbo*²² el umbral anaeróbico corresponde a la zona 3 de entrenamiento y es la ideal para desarrollar la capacidad aeróbica de un nadador. *Pancorbo*²³, en su capítulo 13: *Valoración funcional del deportista y la salud. Control médico-biológico del entrenamiento. Individualización del entrenamiento*. Señala que el umbral anaeróbico se encuentra a 4 mmol/l y a un porcentaje de frecuencia cardiaca total entre 70-90%. Los resultados en esta investigación están muy por debajo de lo propuesto por la literatura citada, el umbral anaeróbico se encontró en una media de 62%. Lo cual puede ser debido a que los nadadores son en su mayoría fueron jóvenes principiantes que se encuentran en etapas de desarrollo y presentan una corta trayectoria en la natación. Otra razón es el hecho que el presente estudio se realizó a 2800 msnm, las referencias de *Pancorbo*²³ fueron realizadas en zonas a nivel del mar. Por último, en las investigaciones hechas por *Pancorbo* en esta disciplina, sus participantes en su totalidad eran deportistas adultos de alto rendimiento cuyas trayectorias deportivas y competitivas eran extensas.

Es importante señalar que la velocidad de nado fue un factor clave de este estudio ya que dio la posibilidad de establecer el ritmo ideal de nado para los deportistas que desean entrenar en su umbral anaeróbico. La media de velocidad de nado de esta investigación fue de 1,21 m/s, lo que quiere decir que aproximadamente los 100 metros crol lo deberían realizar a un tiempo de 1 minuto con 13 segundos para lograr este objetivo. En otros estudios realizados²⁴ con poblaciones diferentes a la de este estudio se ha encontrado una media de velocidad de velocidad de 1,39 m/s lo que nos hace ver la importancia de este parámetro incluido en este estudio como definidor del rendimiento físico de nuestros nadadores a diferente nivel de entrenamiento.

Dentro de los fines de esta investigación se incluyó la determinación de factores que pueden influir en el rendimiento deportivo por lo que el estudio se amplió y analizó variables que pudieron intervenir. Al analizar los datos obtenidos por esta investigación, concuerdan con varios resultados demostrados en estudios similares²⁵⁻²⁸ al momento de compararlos. A continuación la discusión de estas:

Tomando en consideración el aspecto nutricional y suplementario *Palavecino, 2002*²⁵, hace énfasis en que un apropiado balance calórico, una dieta guiada por un especialista, hidratación, y moderado consumo de suplementos son pilares ideales para el entrenamiento de alto rendimiento. Los resultados de los parámetros alimenticios y nutricionales en la presente investigación arrojaron resultados similares demostrando que una dieta dirigida por un especialista en nutrición es superior a una dieta habitual. En la misma línea *Cotugna N, Vickery CE*²⁶ señala de manera positiva que una ingesta en promedio de 4 comidas al día, más un aporte suplementario de vitaminas y proteínas es indispensable para mejorar las capacidades deportivas. Afortunadamente, estos regímenes nutricionales según *Cotugna N, Vickery*²⁶ son cumplidos por los nadadores de la Asociación de Natación de Pichincha.

En lo que se relaciona a aspectos psicológicos y realización de otras actividades *Duda, J. L., y Whitehead, J.*²⁷, muestra como un ideal o una meta en una actividad y/o deporte determinado, influye de gran manera en sus resultados. En lo que respecta a los nadadores de este estudio se encontró que una motivación adecuada y metas concretas a futuro influyen en su rendimiento.

En lo que respecta al análisis bivariado, se encontró asociación entre el tiempo de entrenamiento y la frecuencia cardíaca en latidos por minuto; la frecuencia cardíaca en porcentaje presentó una asociación de dependencia con el género y el tiempo de entrenamiento; y la velocidad de nado presentó una asociación significativa con el tiempo de entrenamiento, tipo de dieta y consumo de suplementos. Estos resultados respaldan lo establecido en *Pancorbo*²⁸ con respecto al tiempo de entrenamiento, además la asociación entre la alimentación y el rendimiento deportivo se comprueba en esta investigación como también en el estudio *Palavecino, 2002*²⁵.

En principio se podría decir que la existencia de trabajos que abarquen rendimiento deportivo (zonas de entrenamiento) y factores asociados es limitada y casi nula. La mayoría de publicaciones analiza estos dos medios por separado y entre sus conclusiones no se estableció si hay relaciones o no entre sus variables, razón por la cual se realizó comparaciones individuales con diferentes publicaciones que abarcan las variables de interés para esta investigación.

Finalmente, después del respectivo análisis de los datos obtenidos en esta investigación quiero dar a conocer que se debería trabajar en un plano más amplio al momento de evaluar alto rendimiento. Y que de la misma manera las zonas de entrenamiento son parámetros que deben ser evaluados para cada deportista incluyendo factores que pueden tomar un papel clave en el deporte.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos podemos concluir que:

1. Los parámetros de frecuencia cardiaca, porcentajes de frecuencia cardiaca y velocidad de nado, determinadas en el umbral anaeróbico, son independientes y personalizadas para cada nadador.
2. Las medias de los factores que determinaron el umbral anaeróbico en este estudio fueron: 122 lpm de frecuencia cardiaca, 62% de frecuencia cardiaca máxima y una velocidad 1,21 m/s.
3. El atleta mejor preparado es capaz de desarrollar mayor velocidad y tener menor número de latidos cardiacos por minuto al entrenar en el umbral anaeróbico.
4. La dieta, suplementos, aspectos psicológicos y realización de otras actividades influyen de manera directa en el entrenamiento de alto rendimiento.
5. Los nadadores de Pichincha en su mayoría son adolescentes principiantes que en promedio muestran un 60% de su frecuencia cardiaca máxima en el umbral anaeróbico a diferencia de nadadores adultos profesionales encontrados en otras fuentes bibliográficas.
6. Existe una asociación significativa entre el tiempo de entrenamiento y los parámetros de frecuencia cardíaca en latidos por minuto, de frecuencia cardíaca expresada en porcentaje y velocidad de nado encontrados en el umbral anaeróbico.

RECOMENDACIONES

1. Se propone a los estudiantes que se interesen en esta área, continuar investigando, ya sea específicamente un deporte o un factor asociado, ya que cada una de las variables en este estudio pueden medirse de manera distinta y arrojar resultados interesantes que servirán de gran manera a la comunidad universitaria.
2. Se deben realizar estudios más específicos de los factores asociados esperando encontrar asociaciones significativas.
3. La información obtenida con este estudio puede servir para crear guías multidisciplinarias con las que se mejorara el rendimiento de los deportistas.
4. Se debería aplicar zonas de entrenamientos para aquellos nadadores que entrenan de manera competitiva con el objetivo de contribuir a su desempeño deportivo.
5. Se debería implementar un equipo multidisciplinario médico-deportivo que aporte al crecimiento de los nadadores de la Asociación de Natación de la Concentración Deportiva de Pichincha.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Mendoza Medellín, Aurelio. El origen de la acidez en la glucólisis anaerobia Revista de Educación Bioquímica, Vol. 27, Núm. 4, diciembre-sin mes, 2008, pp. 111- 118 Universidad Nacional Autónoma de México México.
2. Voet, Donal. Bioquímica. Tercera edición. Buenos Aires. Médica Panamericana; 2006
3. Fernando Guerra Pérez, Héctor Vallejo Martín. Química y tecnología de macromoléculas, Barcelona: mater in progress; 2008 -2009
4. Bodmeier R, McGinity JW. Poly. 1987. Lactic acid microspheres containing quinidine base and quinidine sulphate prepared by solvent evaporation technique. II. Some process parameter influencing the preparation and properties of microspheres. *J Microencapsulation* 4:289-97.
5. Kurtzman NA, Laski M. Trastornos del equilibrio ácido-básico. En: Stein HH. Medicina interna, 3 ed. Barcelona: Salvat, 1992; 863-72.
6. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise, *Am J Cardiol*, 1964; 14:844-852.
7. Farrell PA, Wilmore JH, Coyle EF, Billings JE, Costill DL. Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports*, 1979; 11:338-344.
8. Sjôdin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med*, 1981; 2:23-26.
9. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Schurch PA, Hollmann W. Zur beurteilung der sportartsspezifischen ausdauerleistungshigkeit im labor. *Sportarzt sportmed*, 1976; 27:80-88.

10. Heck H, Mader A, Hollmann W. Evaluación del rendimiento en el laboratorio y en el campo. En Rittel HF (ed) Sistema cardiorrespiratorio y deporte. Copiservicio, Medellin, 1980; pp 197-224.
11. Davis JA. Anaerobic threshold: review of concept and directions for future research. *Med SciSports Exercise*, 1985; 17:6-18.
12. Orr GW, Green RL, Hughson RL, Bennett GW. A computer linear regression model to determine ventilator anaerobic threshold. *J Appl Physiol*, 1982; 52:1349-1352.
13. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol*, 1982; 52:869-873.
14. Ribeiro JP, Fielding RA, Hughes V, Black A et al. Heart rate break point may coincide with the anaerobic threshold and not the aerobic threshold. *Int J Sports Med*, 1985; 6:220-224.
15. Kuipers H, Keizer HA, DeVries T, Van Reithoven P, Wiggs C. Comparison of heart rate as a noninvasive determinant of anaerobic threshold with the lactate threshold when cycling. *Eur J Appl Physiol*, 1988; 58:303-306.
16. Grazi G, Casoni I, Mazzoni G, Uliari S, Conconi F. Protocol for the Conconi test and determination of the heart rate deflection point. *Physiol Rev*, 2005; 54:473-475.
17. Celik O, Kosar SN, Korkusuz F, Bozkurt M. Reliability and validity of the modified Conconi test on concept II rowing ergometers. *J Strength Con Res*, 2005; 19:871-877
18. Mader A, Heck H. A theory of the metabolism origin of “anaerobic threshold”. *Int j Sports Med*, 1986; 7:45-65.
19. Subiela J. El umbral anaeróbico. *Boletín Internacional de Educación Física*, 1982; 3:11-16

20. Néstor Bacelar Martinez. "UTILIDAD DE LA MEDICION DEL LACTATO CAPILAR CON UN EQUIPO PORTATIL EN LA ASISTENCIA PREHOSPITALARIA. Universidad Autónoma de Barcelona Departamento de Medicina Línea de investigación. Año: 2010-2011. <http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/179708/TRBacelarMart%C3%ADnez.pdf?sequence=1>. (Último acceso 18/08/2015).
21. João Carlos Marins, Manuel Delgado Fernández. EMPLOYMENT OF EQUATIONS TO ESTEEM THE MAXIMUM HEART RATE IN RUNNING FOR YOUNG SPORTSMAN. Archivos de Medicina del Deporte. 2007. Volumen XXIV (Número 118). http://femede.es/documentos/Original_Ecuaciones_112_118.pdf. (Último acceso 21/09/2015)
22. Pancorbo. Medicina Y Ciencias Del Deporte Y La Actividad Física, Capítulo 9: Fundamentos de la metodología del entrenamiento en el deporte de competición. Ergon. Arboleda, Majadahonda Madrid, 2006; 121-128
23. Pancorbo. Medicina Y Ciencias Del Deporte Y La Actividad Física, Capítulo 13: Valoración funcional del deportista y la salud. Control médico-biológico del entrenamiento. Individualización del entrenamiento. Ergon. Arboleda, Majadahonda Madrid, 2006; 314-331
24. Camarero, S.; Tella, V.; Gea, M. (sin publicar, 1995): Mejora del umbral anaeróbico a través de la Frecuencia de ciclo. Instituto Valenciano de Educación Física.
25. Palavecino, D. A. (2002). Nutrición para el alto rendimiento. España. Capítulo I Necesidades energéticas y de macro y micronutrientes en el deportista y Capítulo II Evaluación nutricional
26. Cotugna N, Vickery CE (2003). Community health and nutrition screening for special olympics athletes. J. Community Health. 28; 451-457.

27. Duda, J. L., y Whitehead, J. (1998). Measurement of goal perspectives in the physical domain. En J. L. Duda (Ed.), *Advances in sport and exercise psychology measurement* (pp. 21-48). Morgantown, WV: Fitness Information Technology.
28. Pancorbo. *Medicina Y Ciencias Del Deporte Y La Actividad Física*, Capítulo 9: Fundamentos de la metodología del entrenamiento en el deporte de competencia. Ergon. Arboleda, Majadahonda Madrid, 2006; 131-136

ANEXOS

ANEXO 1. APROBACIÓN POR PARTE DEL SUBCOMITÉ DE BIOÉTICA DE LA PUCE





Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Medicina
Oficina de Educación Médica

Av. 12 de Octubre 1075 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Fax: 2509-584
Telf: 2509-582
Quito - Ecuador

SUBCOMITE DE BIOETICA DE LA PUCE CHECK LIST

Tema: Determinación del Umbral Anaeróbico en nadadores principiantes y avanzados de la provincia de Pichincha de las categorías 13-14, 15-17, 18-25 años pertenecientes a tres de los clubes más representativos de la provincia. (Club Batán, Club Regatas, Club Delfines de Pichincha) con el fin de establecer zonas de entrenamiento en el mes de Junio de 2015.

Investigador: Palacios Portilla Andrés

Fecha de Evaluación: 16 de sep. de 15

PARAMETRO	RIESGO		OBSERVACIONES
CONDICION DE RIESGO	Nulo	<input type="checkbox"/>	Se realizará una encuesta. Pruebas de lactato (test capilar) Toma de FC
	Mínimo	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Alto	<input type="checkbox"/>	
POBLACION VULNERABLE	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Adolescentes
	No	<input type="checkbox"/>	
Definir Cual_____			
CONDICION SENSIBLE A LA CONDUCTA	Si	<input type="checkbox"/>	
	No	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Definir Cual_____		
CONSENTIMIENTO INFORMADO	Términos sencillos	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Se ordeno anexos Se incluyo asentimiento informado
	Nombre de investigador	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Nombre de la Organización	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Propuesta de la Investigación	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Propósito de la investigación	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Tipo de intervención	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Selección de participantes	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Participación voluntaria	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Descripción del proceso	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Medicina
Oficina de Educación Médica

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Fax: 2509-584
Telf: 2509-582
Quito - Ecuador

	Duración de la Investigación	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Eventos adversos/Riesgos	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Beneficios	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Confidencialidad	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Compartir resultados	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Derecho a negativa/retirarse	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Alternativas de participación	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Contactos	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Firmas de responsabilidad	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
ENCUESTA	Validada por el tutor metodológico	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Términos sencillos	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
	Acorde al propósito del estudio	Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

Estatus de la evaluación:

Pendiente modificaciones previo a la aprobación.

Revisado por:

Dr. José Sola	
Dr. Ramiro Ramón	
Dra. Ruth Jimbo	

Contacto para preguntas: Ruth Jimbo (0995005177). Subcomité de ética de la Facultad de Medicina de la PUCE.

ANEXO 2. "PERMISOS DE LOS LUGARES A REALIZARSE LA INVESTIGACIÓN"



Quito 18, de mayo 2015

Señor. Doctor
Edison Chaves Almeida
Decano de la Facultad de Medicina
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Presente.

De mi consideración

En referencia a la solicitud recibida en las oficinas del CLUB de fecha 13 de mayo de 2015, firmada por el Señor Andrés Sebastián Palacios Portilla cc. 1719682641, sobre la autorización para realizar el proyecto de tesis de doctorado en medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, investigación referente a la "Determinación del umbral anaeróbico en nadadores principiantes, medios y avanzados de la provincia de Pichincha, pertenecientes a 3 de los clubes más representativos de la provincia (Club Batán, Club Regatas y Club Delfines de Pichincha)"; el CLUB BATÁN considera procedente autorizar dicha investigación.

Atentamente.

CLUB BATÁN DE NATACIÓN

Sra. Lisbeth Lopez
PRESIDENTA DEL CLUB DE NATACION BATÁN



Quito 20, de mayo 2015
Oficio No. 1085-CDP

Concentración Deportiva de Pichincha

Ejemplo Deportivo de la Patria!

Señor. Doctor
Edison Chaves Almeida
Decano de la Facultad de Medicina
Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Presente.

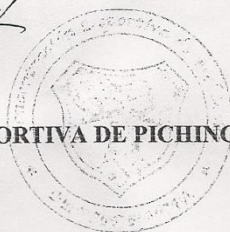
De mi consideración

En referencia a la solicitud recibida en las oficinas de Concentración Deportiva de Pichincha de fecha 13 de mayo de 2015, firmada por el Señor Andrés Sebastián Palacios Portilla C.C. No. 1719682641, sobre la autorización para realizar el proyecto de tesis de doctorado en medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, investigación referente a la "Determinación del umbral anaeróbico en nadadores principiantes, medios y avanzados de la provincia de Pichincha, pertenecientes a 3 de los clubes más representativos de la provincia (Club Batán, Club Regatas y Selección de Natación de Pichincha)"; Concentración Deportiva de Pichincha considera procedente autorizar dicha investigación.

Atentamente.

— **Doctor Aníbal Fuentes D.**
PRESIDENTE

CONCENTRACIÓN DEPORTIVA DE PICHINCHA



ANEXO 3. “INFORMACIÓN ACERCA DEL PROYECTO DE ZONAS DE ENTRENAMIENTO Y DETERMINACIÓN DE UMBRAL ANAEROBICO”

TÍTULO: Determinación del umbral anaeróbico en nadadores/as principiantes y avanzados de la Asociación de Natación de La Concentración Deportiva de Pichincha, con el fin de establecer la zona 3 de entrenamiento durante el periodo de Julio a Octubre del 2015.

El objetivo del presente documento es dar información necesaria para los posibles participantes de esta investigación con el fin de que el nadador tenga pleno conocimiento del procedimiento se realizará.

La prueba consiste en:

1. Determinar los niveles de ácido láctico basal los cuales deberían estar bajo 4mmol/l para que le participante sea apto para ingresar a esta prueba. En caso de que estos valores se encuentren alternados el nadador no podrá ser parte de este estudio y se recomendará una consulta médica para averiguar la razón tras estos niveles de lactato. Adicionalmente se evaluarán criterios de inclusión y exclusión para los nadadores participantes.
 2. Después a cada deportista apto, se le realizará un test que conste de 3 x 100 metros estilo libre con 3 minutos de descanso entre cada 100 metros. Se realizará el estudio solo en el estilo libre porque este es el de dominio general y abarca aproximadamente del 60 – 70% de los entrenamientos realizados en Pichincha.
- El primer 100 metros estilo libre será a una velocidad en la que el deportista se sienta cómodo nadando en la cual, no haya signos de fatiga o cansancio, y en la que exista la capacidad de que la persona pueda continuar a este ritmo por mucho más tiempo. Cabe aclarar que la velocidad de nado es independiente en cada nadador y con la experiencia del entrenamiento continuo cada persona puede desarrollar diferentes intensidades de trabajo.

- El segundo 100 metros libre será a una velocidad en la cual el deportista se esfuerce nadando a un ritmo moderado.
 - El tercer 100 metros libre será a una velocidad de competencia en la cual el deportista intente romper su mejor marca técnica.
3. Entre cada lapso de 100 metros estilo libre y con un minuto exacto de descanso, se procederá a la obtención de una muestra de sangre por punción capilar más su inmediato análisis en una tira reactiva que mida los niveles de ácido láctico de cada individuo. Adicionalmente la frecuencia cardiaca y la velocidad de nado del atleta serán tomadas conjuntamente con la muestra de sangre entre cada lapso con el fin de determinar la zona 3 de entrenamiento.

JUSTIFICACIÓN DEL TEST DISEÑADO

El test se realiza en una distancia exclusivamente de 100 metros con el fin de obtener resultados reales de los niveles de ácido láctico por 2 razones en particular:

1. Los 100 metros es una distancia normativa de las competencias de natación.
2. Se espera que al llegar al tercer 100 metros estilo libre actúe el sistema ATP-fosfocreatina, el cual almacena energía en el músculo esquelético y solo se libera por cortos periodos de tiempo. Se estima que este sistema puede aportar energía de manera anaeróbica durante 10 -15 segundos durante un esfuerzo máximo.

Si el test consistiera en una distancia mayor el deportista tendría que dosificar sus fuerzas y no se lograría el objetivo ya que la única manera de recorrer grandes distancias es mantenerse en un metabolismo aeróbico para completar el trayecto.

Por otro lado, la muestra de sangre por punción capilar, se la tomará un minuto después de que el nadador haya completado cualquiera de los 100 metros estilo libre señalado en el test. La razón para realizar la punción capilar 1 minuto después de terminado los 100 metros estilo libre, es debido a que el lactato se demora en salir de los músculos a la circulación sanguínea. Este proceso dura alrededor de 30 a 60 segundos. Por lo cual es el tiempo ideal de descanso para conseguir una muestra idónea.

ANEXO 4. ASENTIMIENTO Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del investigador: Andrés Sebastián Palacios Portilla

Nombre de la organización: Pontificia Universidad Católica del Ecuador



Documento de Consentimiento Informado para hombres y mujeres deportistas en la disciplina de natación, por medio de la cual me permito invitarle a participar en el proyecto de investigación:

Determinación del umbral anaeróbico en nadadores principiantes y avanzados de la provincia de Pichincha en las categorías 13-14 años, 15-17 años y 18-25 años, pertenecientes a 3 de los clubes más representativos de la provincia (Club Batán, Club Regatas y Club Delfines de Pichincha), con el fin de establecer zonas de entrenamiento en el mes de Junio del 2015.

Introducción

Yo, Andrés Sebastián Palacios Portilla, estudiante de la Facultad de Medicina, estoy desarrollando una investigación en deportistas nadadores/as de la provincia de Pichincha y por medio de la presente hago una invitación para que usted forme parte de este proyecto.

No tiene que decidir hoy si participar o no en esta investigación. Antes de decidirse, puede hablar con alguien que se sienta cómodo sobre la investigación. En el momento en que le proporcione información acerca del proyecto puede que encuentre palabras o frases que no entiende, por lo que pido que se sienta en la libertad de preguntar cuando usted guste.

Propósito

El proyecto de investigación tiene el propósito de evaluar la calidad de entrenamientos que se están realizando en la provincia de Pichincha por medio de un test simple que

consiste en la determinación de niveles de ácido láctico en la sangre de los deportistas después de una jornada determinada de trabajo para establecer zonas de entrenamiento.

Tipo de Intervención de Investigación

Esta investigación incluirá un total de 3 pinchazos en cualquiera de los dedos de una mano (En cada toma se seleccionará un dedo diferente.), por medio de una lanceta para obtener una gota de sangre que inmediatamente será analizada.

Selección de participantes

Se invita a todos aquellos deportistas entre 13 y 25 años que practican natación de manera activa y continua para ser parte de este proyecto de investigación

Se realizará un cuestionario seguida de la entrega de información acerca del proyecto.

Antes de comenzar el test de natación se tomará una muestra de lactato basal la cual debe ser menor a 4 mmol/L. En caso de que este valor sea superior, el participante no podrá formar parte de este estudio y se sugerirá la consulta a un médico debido a que en esta condición existen ciertas enfermedades capaces de elevar estos valores. Por ejemplo:

- Insuficiencia cardíaca.
- Enfermedad hepática.
- Enfermedad pulmonar.
- Insuficiencia en la cantidad de sangre oxigenada que llega a cierta área del cuerpo.
- Infección grave que afecta a todo el cuerpo (sepsis).
- Muy bajos niveles de oxígeno en la sangre (hipoxia).
- Entre otras.

Participación Voluntaria

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo. Usted puede cambiar de idea más tarde y dejar de participar aun cuando el proyecto haya comenzado.

Descripción de proceso

1. A cada deportista se le realizará un test que conste de 3 x 100 metros estilo libre con 3 minutos de descanso entre cada 100 metros. Se realizará el estudio solo en el estilo libre porque este es el de dominio general y abarca aproximadamente del 60 – 70% de los entrenamientos realizados en Pichincha.

- El primer 100 metros estilo libre será a una velocidad en la que el deportista se sienta cómodo nadando en la cual no haya signos de fatiga o cansancio, y en la cual exista la capacidad de que la persona pueda continuar a este ritmo por mucho más tiempo. Esto representaría del 60 -70% del esfuerzo máximo que un deportista puede desarrollar .Cabe aclarar que la velocidad de nado es independiente en cada nadador y con la experiencia del entrenamiento continuo cada persona puede desarrollar esta intensidad de trabajo (R1 – Resistencia 1).
- El segundo 100 metros libre será a una velocidad en la cual el deportista se esfuerce intentando llegar a su límite máximo y en la cual se espera que el atleta exprese una resistencia a la fuerza. Esto representaría el 70 al 80% del esfuerzo máximo de un deportista. (R2 – Resistencia 2).
- El tercer 100 metros libre será a una velocidad de competencia en la cual el deportista intente romper su mejor marca técnica. Esto representaría del 80 al 110% del esfuerzo máximo del deportista. R3 – Resistencia 3.

2. Entre cada lapso de 100 metros estilo libre, se procederá a la obtención de una muestra de sangre por punción capilar más su inmediato análisis en una tira reactiva que mida los niveles de ácido láctico de cada individuo. Adicionalmente la frecuencia cardiaca del atleta será tomada conjuntamente con la muestra de sangre entre cada lapso con el fin de determinar las zonas de entrenamiento.

Duración

El test tendrá una duración de una única jornada de entrenamiento en su club respectivo

Efectos Secundarios

El examen no posee efectos adversos

Riesgos

Los riesgos que se puede mencionar en una punción capilar son:

- Dolor leve a moderado
- Sangrado leve

Molestias

Al ser parte de esta esta investigación y aceptar realizar el test propuesto, puede que sienta cansancio físico y fatiga debido al esfuerzo realizado. Además del dolor que es provocado por la punción capilar para obtener una gota de sangre.

Beneficios

Los deportistas que formen parte de este estudio podrán tener una noción de cómo se encuentra su organismo y como este responde ante el esfuerzo físico de competencia. Será una evaluación médica - deportiva gratuita la cual se utilizará como incentivo para los participantes.

Confidencialidad

Los datos podrán ser entregados a cada persona por individual si ellos lo desean, guardando su confidencialidad en todo momento.

Resultados

Los resultados serán publicados en este proyecto de investigación como datos en conjunto los cuales podrán ser revisados por toda aquella persona interesada en el tema después de su publicación.

Derecho a negarse o retirarse

Esta es una reconfirmación de que el participante se encuentra en toda libertad de formar o no parte de la investigación, y que puede retirarse en el momento que usted crea conveniente si así lo desea.

A quien contactar

Si tiene cualquier pregunta puede hacerlas ahora o más tarde, incluso después de haberse iniciado el estudio

Usted puede contactarse con:

Sebastián Palacios, investigador de este proyecto

Pasaje Silvestre Baraño n24-95 y Av. La Gasca

Teléfonos: 02 3210641/ 0998103532

Dr. Oscar Concha

Médico Deportólogo Director de este proyecto de investigación y docente de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Esta propuesta ha sido revisada y aprobada por el personal de investigación de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, el cual tiene la tarea de asegurarse de que se protege de daños a los participantes en la investigación. Si usted desea averiguar más sobre este comité, contacte a:

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Teléfonos: (593) 02 299 17 00.

Apartado postal: 17 01 21 84

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca

Quito, Ecuador.

Ext: Facultad de Medicina.

Formulario de consentimiento

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mi cuidado médico.

En caso de ser menor de edad. He sido informado junto con mis representantes acerca de este trabajo de investigación. Y es nuestra libre voluntad ser parte de este proyecto y entiendo al igual que los otros participantes que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera mi cuidado médico.

Nombre del Participante_____

Firma del Participante _____

Firma de los Representantes en caso de ser menor de edad _____

Fecha _____

Día/mes/año

ANEXO 5. ENCUESTA PARA NADADORES PARTICIPANTES

PROYECTO: Determinación del umbral anaeróbico en nadadores/as principiantes y avanzados de la Asociación de Natación de Pichincha en el Distrito Metropolitano de Quito, con el fin de establecer zonas de entrenamiento durante el periodo de Julio a Octubre del 2015.

Las siguientes preguntas han sido diseñadas para investigar y evaluar factores que puedan afectar en el desenvolvimiento físico de los atletas.

Existen 4 categorías las cuales se relacionan directamente con el rendimiento deportivo.

a) Alimentación

1. Cuantas comidas consume al día (Numero de comidas):.....

2. En su dieta usted incluye: (Marque con una X)

Vegetales:..... Frutas:..... Cereales:..... Tubérculos:.....
leguminosas:..... alimentos de origen animal:.....

3. Piensa usted que consume una dieta: (Marque con una X)

Saludable y Equilibrada para deportistas:..... Dieta Normal:.....

Dieta inapropiada:

4. Usted llega a los entrenamientos de natación con una alimentación previa (Marque con una X)

Siempre: A veces:..... Nunca:.....

5. Usted consume suplementos, como: (Marque con una X)

Proteína (polvo):..... Vitaminas:..... Aminoácidos:.....

Otros (Especificar):.....

b) Descanso y otras actividades

1. Tiene como mínimo 8 horas de sueño al día (Marque con una X) Si:.....
No:.....
2. Realiza otra actividad física-deportiva además de la natación: (Marque con una X) Si:..... No:..... Especifique cual y cuantas horas invierte a la semana:.....
3. ¿El trabajo o los estudios que usted realiza han producido en usted cansancio, fatiga, o estrés con lo cual se ha visto afectado su entrenamiento? Si:.....
No:.....
4. ¿En cada nueva jornada de entrenamiento cuenta usted con la energía necesaria para desenvolverse correctamente en su entrenamiento?: Si:..... No:.....

c) Psicológicas

1. ¿Usted realiza natación por gusto? Si:..... No:.....
2. ¿Este deporte le divierte? Nada..... Poco..... Mucho.....

d) Expectativas en el deporte

1. ¿Usted ve a la natación como un pasatiempo o como un medio para sobresalir en este deporte? Si:..... No:..... (Marque con una X)
2. ¿En sus expectativas esta la competencia en natación tanto a nivel nacional como internacional? Si:..... No:..... (Marque con una X)
3. ¿Qué espera que usted de este deporte en su vida? (Marque con una X)
Bienestar físico y mental.....
Desarrollo deportivo a nivel competitivo – profesional.....

Preguntas para empezar el test previsto por este proyecto

1. ¿Se alimentó adecuadamente antes de llegar a este entrenamiento? (Marque con una X)

Si:..... No:.....

2. ¿El día de hoy realizó otra actividad tanto física como mental que haya provocado en usted cansancio o fatiga, y que hasta el momento su cuerpo no se recupera del todo? Si:..... No:..... (Marque con una X)

3. ¿Se encuentra emocionalmente estable el día de hoy para rendir un test de natación? Si:..... No:..... (Marque con una X)

ANEXO 6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Recursos necesarios:

Se procedió con la determinación de los niveles de ácido láctico por un método enzimático con tiras reactivas mediante punción capilar, después de que el nadador cumplió con un test determinado.

Se utilizó el aparato “lactate scout” de la marca Roche para el análisis inmediato de los valores de lactato en sangre. Después de lo cada resultado fue debidamente registrado para la investigación.

Adicionalmente la frecuencia cardiaca fue registrada por un dispositivo acuático (Monitor de frecuencia cardiaca - Polar RS300X) en cada 100 metros estilo libre que realizó el nadador.

El estudio fue financiado por el propio investigador

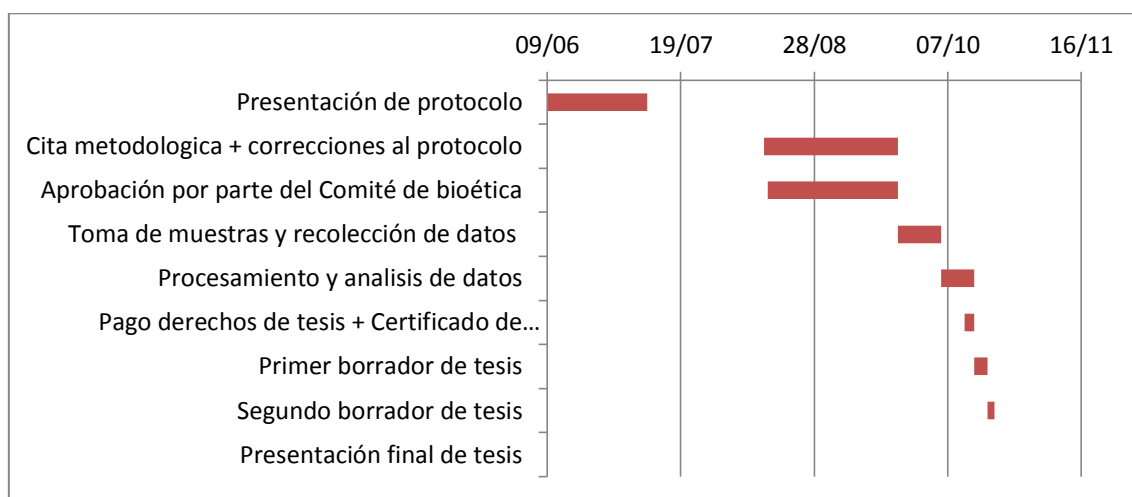
Recursos	Costos
Monitor de frecuencia cardiaca (Polar)	120 dólares
Lactate scout	280 dólares
Funda de algodón #2	6 dólares
Twist top lancets # 6 – Cada caja de lancetas posee 100 unidades	Cada caja cuesta 12 dólares y viene con 100 lancetas por lo que cada lanceta costaría 12 centavos. Para cada nadador las 4 lancetas serian 48 centavos. El total de 5 cajas costaría 60 dólares para los 123 participantes
Accu chek Activo – tiras reactivas para lactato Cada frasco viene con 25 tiras reactivas	Cada frasco de 50 tiras cuesta 80 dólares Cada tira reactiva equivaldría a 1. 60 dólares Cada nadador usaría 4 tiras reactivas Por lo que cada nadador representaría 6.

	<p>40 dólares.</p> <p>En total sería los 10 frascos 800 dólares</p>
Impresiones para documentos de la investigación.	<p>Cada impresión cuesta 2 centavos</p> <p>El total de hojas para los documentos de la investigación son 12. Por lo que cada participante representaría 24 centavos</p> <p>La impresión de los documentos para todo los participantes sería 29.52 dólares</p>

Total de gastos: 1.295.52 dólares aproximadamente

ANEXO 7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Fecha de inicio	Duración en días
Presentación de protocolo	09/06/2015	30
Cita metodológica + correcciones al protocolo	13/08/2015	40
Aprobación por parte del Comité de bioética	14/08/2015	39
Toma de muestras y recolección de datos	22/09/2015	13
Procesamiento y análisis de datos	05/10/2015	10
Pago derechos de tesis + Certificado de currículum de estudios	12/10/2015	3
Primer borrador de tesis	15/10/2015	4
Segundo borrador de tesis	19/10/2015	2
Presentación final de tesis	22/10/2015	



ANEXO 8. EDAD – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

CASOS	123
Media	15,78
Mediana	15,00
Moda	14
Desv. típ.	2,38
Rango	11
Mínimo	13
Máximo	24
Percentiles	25 14,00
	75 17,00

ANEXO 9. EDAD – TABLA DE FRECUENCIAS

EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
13	14	11,4	11,4
14	28	22,8	34,1
15	27	22,0	56,1
16	14	11,4	67,5
17	18	14,6	82,1
18	14	11,4	93,5
19	1	,8	94,3
21	1	,8	95,1
22	2	1,6	96,7
24	4	3,3	100,0
Total	123	100,0	

ANEXO 10. TIEMPO DE ENTRENAMIENTO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

TIEMPO DE ENTRENAMIENTO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
PRINCIPIANTES	75	61,0
AVANZADOS	48	39,0
Total	123	100,0

ANEXO 11. GÉNERO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS.

GÉNERO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
FEMENINO	43	35,0
MASCULINO	80	65,0
Total	123	100,0

ANEXO 12. TIPO DE DIETA – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

TIPO DE DIETA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
DEPORTIVA	18	14,6
EQUILIBRADA	105	85,4
Total	123	100,0

ANEXO 13. NÚMERO DE COMIDAS – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

CASOS	123
Media	3,86
Mediana	4,00
Moda	4
Desv. típ.	0,60
Rango	3
Mínimo	3
Máximo	6
Percentiles	25 3,00
	75 4,00

ANEXO 14. NÚMERO DE COMIDAS – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

NÚMERO DE COMIDAS AL DÍA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
3	31	25,2	25,2
4	79	64,2	89,4
5	12	9,8	99,2
6	1	,8	100,0
Total	123	100,0	

ANEXO 15. SUPLEMENTOS – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

SUPLEMENTOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NO CONSUME	103	84
CONSUME	20	16
Total	123	100,0

ANEXO 16. HORAS DE SUEÑO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

HORAS DE SUEÑOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
MENOR A 8 HORAS	18	15
MÁS DE 8 HORAS	105	85
Total	123	100,0

ANEXO 17. OTRAS ACTIVIDADES FÍSICO/DEPORTIVAS Y/O TRABAJO – MEDIDAS DE DISPERSIÓN

OTRAS ACTIVIDADES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE VÁLIDO	PORCENTAJE ACUMULADO
NO REALIZA	123	100,0	100,0	100,0

ANEXO 18. PERFIL EMOCIONAL – MEDIDAS DE FRECUENCIA

OTRAS ACTIVIDADES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
MOTIVADO	123	100,0	100,0

ANEXO 19. EXPECTATIVA EN EL DEPORTE – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

EXPECTATIVA EN EL DEPORTE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
BIENESTAR FISICO – METAL	22	17,9
DESARROLLO DEPORTIVO A NIVEL	101	82,1
COMPETITIVO – PROFESIONAL	123	100,0
Total		

ANEXO 20. FRECUENCIA CARDIACA EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

CASOS	123
Media	122,34
Mediana	121,00
Moda	120
Desv. típ.	10,48
Rango	63
Mínimo	100
Máximo	163
Percentiles	25 115,00
	75 130,00

ANEXO 21. FRECUENCIA CARDIACA EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS FRECUENCIAS

	FRECUENCIA CARDIACA (lpm)	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
CASOS	100	1	.8	.8
	102	1	.8	1.6
	104	1	.8	2.4
	105	1	.8	3.3
	108	2	1.6	4.9
	109	3	2.4	7.3
	110	10	8.1	15.4
	111	1	.8	16.3
	112	2	1.6	17.9
	113	5	4.1	22.0
	114	1	.8	22.8
	115	7	5.7	28.5
	116	2	1.6	30.1
	117	8	6.5	36.6
	118	1	.8	37.4
	119	2	1.6	39.0
	120	12	9.8	48.8
	121	2	1.6	50.4
	122	4	3.3	53.7
	123	7	5.7	59.3
	124	3	2.4	61.8
	125	7	5.7	67.5
	126	3	2.4	69.9
	127	3	2.4	72.4
	128	1	.8	73.2
	130	4	3.3	76.4
	132	5	4.1	80.5
	133	3	2.4	82.9
	134	7	5.7	88.6
	135	4	3.3	91.9
	136	1	.8	92.7
	137	4	3.3	95.9
	138	1	.8	96.7
	147	2	1.6	98.4
	150	1	.8	99.2
	163	1	.8	100.0
	Total	123	100.0	

ANEXO 22. FRECUENCIA CARDIACA EXPRESADA EN PORCENTAJE EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

CASOS	123
Media	62,14
Mediana	62,00
Moda	61
Desv. típ.	5,27
Rango	32
Mínimo	51
Máximo	83
Percentiles	25 58,00
	75 66,00

ANEXO 23. FRECUENCIA CARDIACA EXPRESADA EN PORCENTAJE EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

	FRECUENCIAS CARDIACAS EXPRESADAS EN PORCENTAJES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
	51	1	.8	.8
	52	1	.8	1.6
	53	1	.8	2.4
	54	2	1.6	4.1
	55	3	2.4	6.5
	56	11	8.9	15.4
	57	3	2.4	17.9
CASOS	58	10	8.1	26.0
	60	6	4.9	39.0
	61	12	9.8	48.8
	62	12	9.8	58.5
	63	11	8.9	67.5
	64	5	4.1	71.5
	65	2	1.6	73.2
	66	4	3.3	76.4
	67	6	4.9	81.3

68	10	8.1	89.4
69	6	4.9	94.3
70	3	2.4	96.7
74	1	.8	97.6
75	1	.8	98.4
76	1	.8	99.2
83	1	.8	100.0
Total	123	100.0	

ANEXO 24. VELOCIDAD EN METRO POR SEGUNDO (M/S) EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DISPERSIÓN

CASOS		123
Media		1,21
Mediana		1,22
Moda		1,35
Desv. típ.		,134
Rango		,65
Mínimo		,95
Máximo		1,60
Percentiles	25	1,10
	75	1,32

ANEXO 25. VELOCIDAD EN METRO POR SEGUNDO (M/S) EN EL UMBRAL ANAERÓBICO – MEDIDAS DE FRECUENCIAS

VELOCIDAD DE NADO EN m/s		FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
CASOS	,95	2	1,6	1,6
	,96	1	,8	2,4
	,97	2	1,6	4,1
	1,00	2	1,6	5,7
	1,01	1	,8	6,5
	1,02	2	1,6	8,1
	1,03	1	,8	8,9
	1,04	1	,8	9,8
	1,05	5	4,1	13,8

	1,06	1	,8	14,6
	1,07	4	3,3	17,9
	1,08	2	1,6	19,5
	1,09	2	1,6	21,1
	1,10	6	4,9	26,0
	1,12	3	2,4	28,5
	1,13	4	3,3	31,7
	1,14	1	,8	32,5
	1,15	5	4,1	36,6
	1,16	1	,8	37,4
	1,17	2	1,6	39,0
	1,18	7	5,7	44,7
	1,19	1	,8	45,5
	1,20	2	1,6	47,2
	1,21	3	2,4	49,6
	1,22	3	2,4	52,0
	1,23	2	1,6	53,7
	1,24	2	1,6	55,3
	1,25	7	5,7	61,0
	1,26	1	,8	61,8
	1,27	4	3,3	65,0
	1,28	2	1,6	66,7
	1,29	1	,8	67,5
	1,30	7	5,7	73,2
	1,32	3	2,4	75,6
	1,33	2	1,6	77,2
CASOS	1,34	4	3,3	80,5
	1,35	8	6,5	87,0
	1,36	2	1,6	88,6
	1,37	1	,8	89,4
	1,38	2	1,6	91,1
	1,39	2	1,6	92,7
	1,40	1	,8	93,5
	1,42	1	,8	94,3
	1,43	2	1,6	95,9
	1,45	2	1,6	97,6
	1,47	1	,8	98,4
	1,48	1	,8	99,2
	1,60	1	,8	100,0
	Total	123	100,0	